Nº 14 Cr$5.000,00

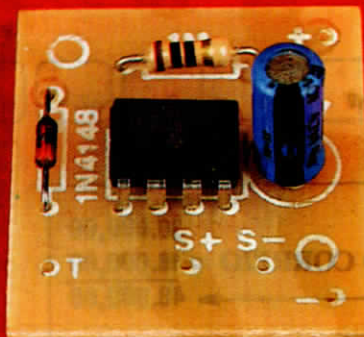
ABC da ELETRÔNICA (REVISTA·CURSO)

•PRÁTICA:

- ALARME SENSOR INTEGRADO E TEMPORIZADO, DE TOQUE OU PROXIMIDADE (Sua primeira montagem com Integrado!). Versões com Circuito Impresso e na "MESA DE PROJETOS"!

•TEORIA:

- OS CIRCUITOS INTEGRADOS (1ª PARTE). ENTENDA AS RAZÕES, A CONSTRUÇÃO E O USO DOS INTEGRADOS - SEUS PARÂMETROS E LIMITES - A SIMBOLOGIA ADOTADA NOS ESQUEMAS - OS BLOCOS FUNCIONAIS E AS PRINCIPAIS "RAÇAS" DE INTEGRADOS!

ALARME SENSOR INTEGRADO E TEMPORIZADO, DE TOQUE OU PROXIMIDADE

•SEÇÕES:

- TRUQUES & DICAS: AS APARÊNCIAS, PINAGENS E CODIFICAÇÕES DE "PERNAS" DOS C.I.s - Construa uma prática (e barata...) MESA DE PROJETOS para C.I.s!
- ARQUIVO TÉCNICO: A UTILIZAÇÃO DO MULTÍMETRO COMO OHMÍMETRO - USANDO INTELIGENTEMENTE O INSTRUMENTO NOS TESTES DE COMPONENTES E CIRCUITOS!

•E MAIS:

- As Respostas Objetivas Às Dúvidas da Turma, na Seção de CARTAS!

AGORA VOCÊS VÃO NOS CONHECER... OS INTEGRADOS!

É MUITA PERNA E MUITO BRAÇO... AÍ TEM "COISA"...

Santarém-Rio Branco-Ji Paraná-Macapa-Manaus e Boa Vista Cr$ 6.500,00

EDITORA

EMARK ELETRÔNICA

Diretores
Carlos W. Malagoli
Jairo P. Marques
Wilson Malagoli

Diretor Técnico
Bêda Marques

Colaboradores
José A. Sousa (Desenho Técnico)
João Pacheco (Quadrinhos)

Publicidade
KAPROM PROPAGANDA LTDA.
(011) 223-2037

Composição
KAPROM

Fotolitos de Capa
DELIN
(011) 35-7515

Fotolito de Miolo
FOTOTRAÇO LTDA.

Impressão
EDITORA PARMA LTDA.

Distribuição Nacional c/Exclusividade
FERNANDO CHINAGLIA DISTR.
Rua Teodoro da Silva, 907
Rio de Janeiro - (021) 268-9112

Distribuição Portugal
DISTRIBUIDORA JARDIM LTDA.

ABC DA ELETRÔNICA
(Kaprom Editora, Distr. e Propaganda Ltda - Emark Eletrônica Comercial Ltda.) - Redação, Administração e Publicidade:
Rua Gal. Osório, 157
CEP 01213 São Paulo - SP
Fone: (011) 223-2037

EDITORIAL

Finalmente alcançamos aquele estágio tão "desesperadamente" solicitado pelos mais apressadinhos! A partir da presente 14ª "Aula" (e por uma boa dezena de Exemplares/"Aulas"...) falaremos, com uma abordagem progressiva, onde os detalhes irão entrar "pouco a pouco", sobre o fantástico e atualíssimo mundo dos Circuitos Integrados, esses verdadeiros "super-componentes" que revolucionaram o Universo da Eletrônica nas últimas décadas!

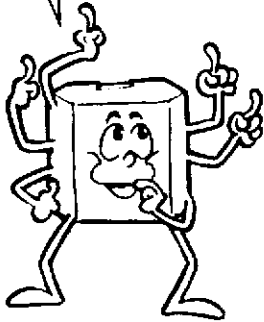
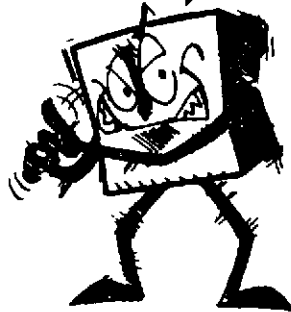
Todas as **bases** desse extenso assunto serão abordadas, sempre dentro do estilo de ABC: com clareza, simplicidade e objetividade, "fugindo" ao máximo de excessivas "matemáticas"! A miniaturização, a complexidade de funções, os componentes "ultra-dedicados", os (enormes...) "departamentos" de Integrados LINEARES e DIGITAIS, enfim, "tudinho" será visto na próxima série de "Aulas" (sempre, contudo, dando ênfase aos aspectos básicos e práticos - já que "isso aqui" **não é** um curso de Engenharia...), abrindo ao Leitor/"Aluno" um imenso leque de conhecimentos teóricos, práticos e aplicativos, totalmente alicerçados naquilo que **já foi visto** em "Aulas" anteriores!

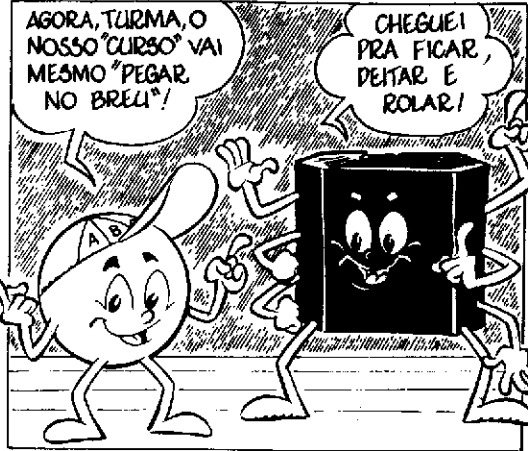
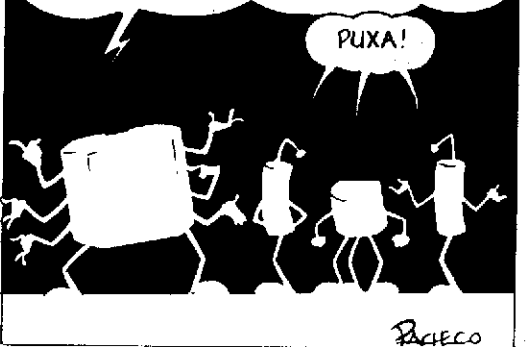
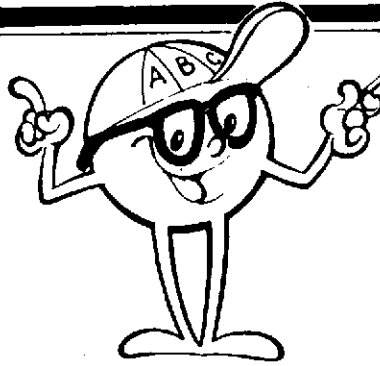
Falando em **"Aulas" anteriores**, lembramos aos eventuais "recém-chegantes" que não haverá a menor possibilidade de perfeito entendimento dos assuntos e temas a serem mostrados - a partir de agora - para os "Alunos" que **não dominarem** os conhecimentos Teóricos e Práticos ensinados nas "Aulas" de nº 1 a 13...! Assim, quem estiver "chegando agora à Escola", simplesmente não tem outra opção, a não ser providenciar - com a brevidade possível - a aquisição de **todos** os Exemplares/"Aula" já publicados, de modo a "entrar em fase" com o restante da Turma! Temos insistido nesse tipo de advertência, por óbvias razões: ABC **não é** uma mera "Revista mensal" que pode ser acompanhada de forma "saltitante", ou seja, que permita uma coleção "truncada"! Na sua assumida postura de "Curso Fasciculado" (porém "sem fim..."), o ABC DA ELETRÔNICA **tem** que ser seguido fiel e assiduamente, exemplar por exemplar, "Aula" por "Aula", sem **nenhum** lapso, caso contrário o Leitor/"Aluno" corre o risco de perder importantíssimos conceitos básicos que - seguramente - lhe farão falta no futuro!

Por tal razão, a KAPROM EDITORA, na impressão de cada número/exemplar, providencia **sempre** uma "margem" (em torno de 15%) extra, na quantidade de Revistas produzidas, de modo a formar um estoque de segurança, justamente para atendimento futuro dos Leitores/"Alunos" que "vão aparecendo" no decorrer do "Curso"... Mesmo assim, com relação aos primeiros exemplares/"Aula" (ABC nº 1, 2 e 3...), o tal "estoque de segurança" já está "miando" (e não estão previstas re-impressões, pelo menos por enquanto). Quem "dormir" muito pode, simplesmente, **ficar sem** a primeira parte do "Curso"!

Os conselhos mais óbvios que podemos dar, a respeito desse problema, são: providenciar, **imediatamente**, a aquisição dos exemplares atrasados (tem um Cupom, por aí, específico para isso...)-e, simultaneamente, encaminhar um pedido de Assinatura de ABC (um outro Cupom específico deve ser encontrado na paginação normal da Revista...). Com essas duas iniciativas, o Leitor/"Aluno" ficará absolutamente "garantido" quanto à perfeita integridade e continuidade da sua coleção/"Curso"!

O EDITOR

EU ESTAREI NA PRÓXIMA AULA

E EU TAMBÉM

ÍNDICE - ABC -

PAGINA

Os Circuitos Integrados 1

O QUE É UM CIRCUITO INTEGRADO - POR QUE FORAM INVENTADOS E COMO SÃO CONSTRUÍDOS - COMO DEVEM SER "VISUALMENTE" INTERPRETADOS, TANTO "AO VIVO" QUANTO NOS "ESQUEMAS" - OS PARÂMETROS - AS DUAS GRANDES "RAÇAS" DE INTEGRADOS - COMPLETA INICIAÇÃO AO ASSUNTO!

Em todas as "Aulas" do ABC, desde o nº 1 até o nº 13, o Leitor/"Aluno" foi devidamente "apresentado" às características, conceitos, aparências, funções, parâmetros e aplicativos práticos de COMPONENTES "DISCRETOS", ou seja, de "unidades", de "indivíduos" eletrônicos, cada um deles capaz de exercer únicas e definidas funções "singelas": um RESISTOR serve para "resistir" à passagem da Corrente, estabelecendo a ela limites matematicamente calculáveis (na decorrência disso, serve também para estabelecer níveis definidos de Tensão, graças à interdependência das grandezas, conforme vimos nas explicações sobre a Lei de Ohm e que tais...), um CAPACITOR serve para "armazenar" cargas elétricas", determinando também pelo seu valor (e pelo de eventual RESISTOR em conjunto...) o Tempo que cargas, níveis, etc., levam para "formar-se" ou "desfazer-se", DIODOS servem para estabelecer uma "mão única" à Corrente, retificando eventuais alternâncias ou inversões periódicas de polaridade, "direcionando" cargas, "isolando" caminhos específicos da Corrente, etc., TRANSÍSTORES são capazes, basicamente, de amplificar níveis de Corrente (e, por decorrência da interdependência, ampliar também manifestações fixas ou variáveis de Tensão, etc.). Por aí vai "a coisa", com LEDs, TRANSÍSTORES UNIJUNÇÃO e FETs, SCRs, TRIACs, DIACs ZENERS, RELÊS, TRANSFORMADORES, etc., cada um exercendo a **sua** específica função...

Ao estabelecer um CIRCUITO, simplesmente agrupamos diversos desses componentes "discretos", de modo que - cada um deles usando a sua "habilidade" - todos possam trabalhar em conjunto, no sentido de obtermos, sob uma visão global, um funcionamento relativamente complexo... Ao desmantelarmos qualquer circuito eletrônico convencional, teremos **sempre** um grupo de COMPONENTES "DISCRETOS", no qual mais de 90% (em termos de quantidade...) serão representados por TRANSÍSTORES, DIODOS, RESISTORES e CAPACITORES...

Embora os TRANSÍSTORES tenham representado, no "meio" do presente século, o que podemos chamar de GRANDE REVOLUÇÃO tecnológica, já que trouxeram consigo incríveis vantagens e aperfeiçoamentos sobre as antigas "válvulas" (tubos de vácuo), com os inevitáveis avanços da tecnologia e das próprias necessidades científicas (emuladas principalmente pelas Guerras e pela - na época - chamada "Corrida Espacial"...), chegou-se a um momento "histórico" no qual mesmo circuitos desenvolvidos totalmente em **estado sólido**, baseados em componentes semicondutores "discretos" (transístores, diodos e seus "parentes"...) foram considerados **grandes demais**, consumidores de **excessiva energia**, essas coisas...

Os pesquisadores e a Indústria, empregando **imensas** quantidades de tempo, talento e... dinheiro, mergulharam então na busca da mais intensa miniaturização, que resultou na 2ª GRANDE REVOLUÇÃO tecnológica do século XX: a INTEGRAÇÃO, responsável por **tudo** o que hoje o Leitor/"Aluno" vê à sua volta, usa, abusa e "acha normal" (computadores, cada vez menores e mais "sábios", jogos eletrônicos ultra sofisticados, complexos e miniaturizados, todas as manifestações modernas de vídeo, câmeras, gravadores, etc., dispositivos de comunicação cada vez menores, controladores "inteligentes" para **tudo**: desde maquinários industriais pesados, até uma simples lavadora doméstica de roupas, e por aí...).

Assim, na "criação" dos chamados CIRCUITOS INTEGRADOS, algumas metas básicas foram buscadas (e obtidas, além do que são - a cada dia - ainda mais intensamente atingidas...):

- MINIATURIZAR tudo, reduzindo tamanho, peso e... custo.
- "MUQUIRANAR" ao máximo o dispêndio energético (e, consequentemente, o custo operacional).
- SIMPLIFICAR ao máximo a produção industrial, agilizando-a até limites nuncas antes atingidos.
- PERMITIR a elaboração industrial final de aparelhos e disposi-

tivos cada vez mais complexos e capazes de realizar o maior número possível de funções num tempo cada vez menor...

Todo esse esforço resultou, simplesmente, no MUNDO EM QUE VIVEMOS...! A importância é tamanha que, se por um passe de um mago intergalático, instantaneamente desaparecessem TODOS os Circuitos Integrados existentes, a HUMANIDADE, como a interpretamos e conhecemos, simplesmente DESAPARECERIA, em pouquíssimo tempo! Isso porque já nos tornamos **tão** dependentes dessa poderosa "muleta" tecnológica que a sua ausência momentânea e definitiva nos jogaria a todos novamente aos galhos das pré-históricas árvores que abandonamos alguns milhões de anos atrás, onde vivíamos pendurados pelos rabos peludos, feito os "micos" que - na realidade - **somos...**

Mas, já que felizmente ("infelizmente", segundo alguns...) perdemos os rabos, e já que não parece haver (pelo menos à vista...) nenhum poderoso "mágico universal" capaz de erradicar instantaneamente todos os C.I.s do mundo, vamos aproveitar para estudar as bases técnicas e práticas desses maravilhosos super-componentes, entrando numa fase realmente "quente" do nosso "Curso"!

ATENÇÃO, contudo: quem apenas **agora** "chegou à Escola", provavelmente não vai entender muita coisa, já que é absolutamente necessário ter **antes**, se provido da necessária base teórica formada pelo estudo dos componentes "discretos", abordados nas primeiras treze "Aulas"...! Os recém-"chegantes" **tem** que providenciar, imediatamente, a aquisição dos Exemplares/"Aula" anteriores, para que possam entrar em fase com o restante da Turma...

●●●●●

- **FIG. 1** - A esmagadora maioria dos chamados componentes "discretos" ou "unitários" é, na verdade, MAIOR DO QUE PRECISAVA ser, a nível puramente teórico! O tamanho externo, físico, final, de praticamente qualquer componente eletrônico, é ditado muito pouco pela sua real **função**, mas bastante pelas condições práticas construcionais dos circuitos e aparelhos! Vamos a uma analogia "crua", mas capaz de ilustrar bem a "coisa": o que **realmente importa**, efetivamente **faz** alguma coisa, numa simples faca de cozinha, é o **fio**, a linha aguçada de corte, enfim, aquela estreita faixa (1 ou 2 milímetros) de aço, devidamente **amolada**, capaz de seccionar os materiais a serem cortados. No entanto, para que alguém possa, confortável e seguramente, **usar** a dita faca, esta **precisou** ver o "restante" da lâmina, um volumoso cabo, os parafusos e arrebites de fixação, etc. A faca **mesmo** é só o "fio"! O resto é complemento funcional ou operacional! Se pudéssemos usar uma faca consistente apenas do "fio", esta seria menor, mais leve, mais barata, etc. Infelizmente, não há como - na prática - "simplificar" uma faca no sentido exemplificado (embora alguns dispositivos industriais de corte usem, na realidade, apenas um "fio", **mesmo**, de aço...!). Vejamos essa analogia transferida para os componentes eletrônicos com os quais o Leitor/"Aluno" já convive há algum tempo, "enxugando" o que é simples "casca" e sintetizando fisicamente o que é realmente **funcional**:

- **FIG. 1-A** - Um simples resistor, com seu corpo (aparentemente...) pequeno, anéis de cores indetificadoras do valor, terminais, etc. Vamos, primeiro, "desnudar" o coitado...

- **FIG. 1-B** - Removida a camada de tinta ou revestimento isolante/protetor externo, a peça teria a aparência mostrada, que pode ser "desmembrada" nos segmentos a seguir mostrados...

- **FIG. 1-C** - O substrato "mecânico" do resistor não passa de um tarugo de cerâmica, cilíndrico, a cujas extremidades encontram-se acoplados dois casquetes metálicos, ligados a terminais metálicos de acesso externo...

- **FIG. 1-D** - O RESISTOR **mesmo**, eletricamente falando, consiste apenas numa levíssima "pista" de carbono ou grafite, "recortada" em espiral sobre o tarugo/base! O peso, o volume físico do "resistor real", não deve ultrapassar, digamos, um centésimo dos parâmetros apresentados pela peça "inteira" (fig. 1-A)! Se pudéssemos - na prática - manipular e usar o "resistor real" (1-D), lidaríamos com algo **muito** menor, mais leve e... mais barato...!

- **FIG. 2** - Analisemos, agora, um simples e comum DIODO... O

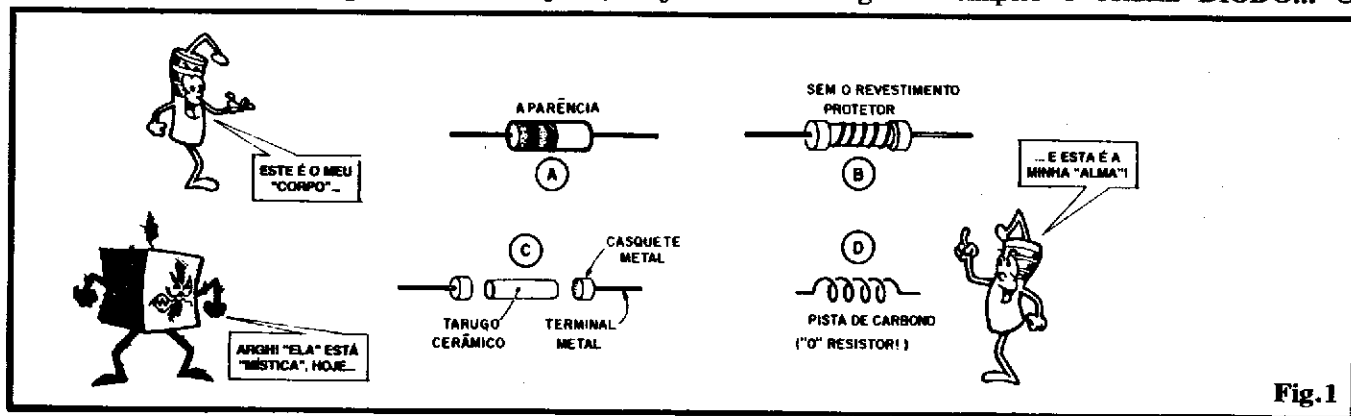



Fig.1

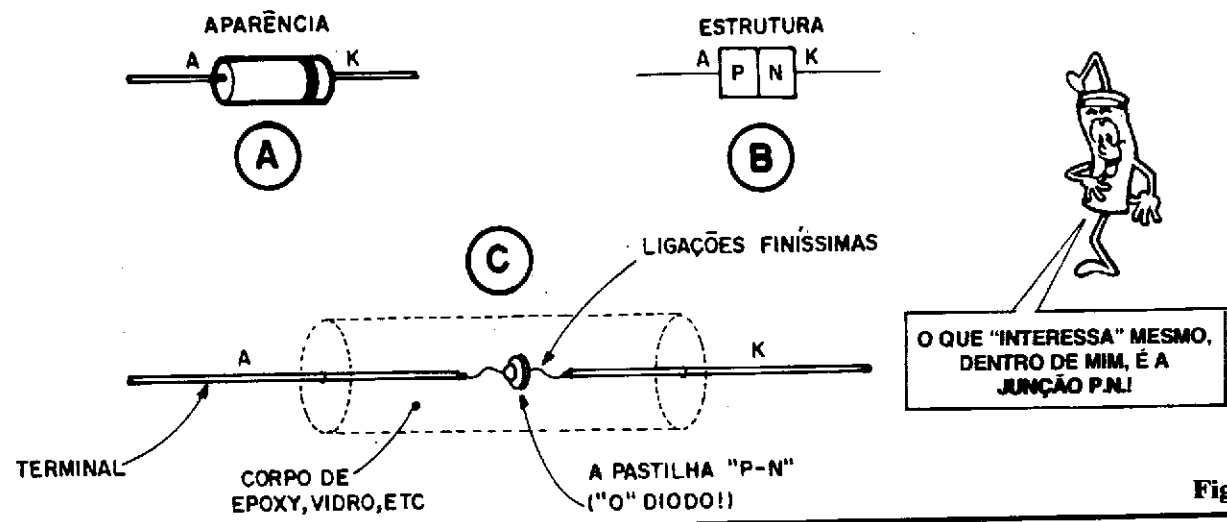



Fig.2

"corpo" normal da peça, que nos "parece" pequenino, é - na verdade - um autêntico **exagero** se nos restringirmos, eletricamente, ao que realmente **faz o trabalho** no componente:

- **FIG. 2-A** - A "cara" do componente, que Vocês todos já conhecem bem, com seu cilindrinho de **epoxy**, faixa indicadora do terminal de **catodo**, terminais metálicos axiais, etc...

- **FIG. 2-B** - Estrutura semicondutora do DIODO (revejam a "Aula" nº 3...), com sua necessária junção P-N estabelecida por dois blocos de materiais, cada um "dopado" de maneira a assumir diferente polaridade ("buracos" livres no material P e elétrons livres no màterial N, lembram-se...?).

- **FIG. 2-C** - O DIODO "real" é apenas aquela milimétrica pastilha de silício existente "lá dentro", ligada aos terminais externos por finíssimos fios metálicos, e toda recoberta pelo material protetor e isolante do "corpo" (**epoxy**, vi-. dro, etc.). Se pudéssemos - na prática- lidar apenas com o diodo **mesmo**, teríamos algo de novo (como no caso do resistor...) menor, mais leve, mais barato...

- **FIG. 3** - E quanto aos transístores...? A mesma situação se configura! Aquele cilindrinho preto, chanfrado, com três "pernas" metálicas, que consideramos pequeno (já que é menor do que a unha de um dedo mínimo...), em comparação com o transístor "real", existente "lá dentro", é um verdadeiro trambolho! Vejamos:

- **FIG. 3-A** - O "jeitão" de um transístor "universal" (baixa potência, baixa frequência, alto ganho...), feito um BC548 "da vida"...

- **FIG. 3-B** - O que tem "lá dentro", em blocos estruturais: um "sanduíche" semicondutor, no caso formado por materiais N-P-N, estabelecendo duas junções (a níveis diferentes de "dopagem"), acessados externamente os blocos via terminais E-B-C...

- **FIG. 3-C** - O "sanduíche" semicondutor, ou seja: o transístor "real", é formado por uma minúscula (**muito** menor do que a totalidade do invólucro do tal "BC"...) pastilha de silício, sub-

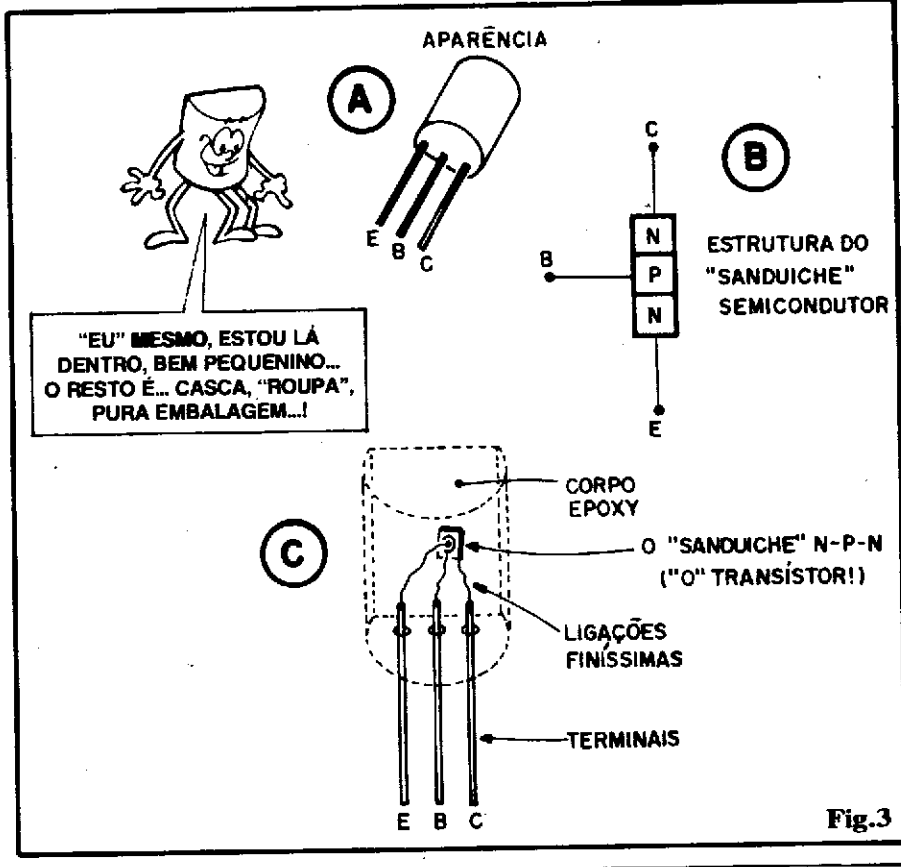



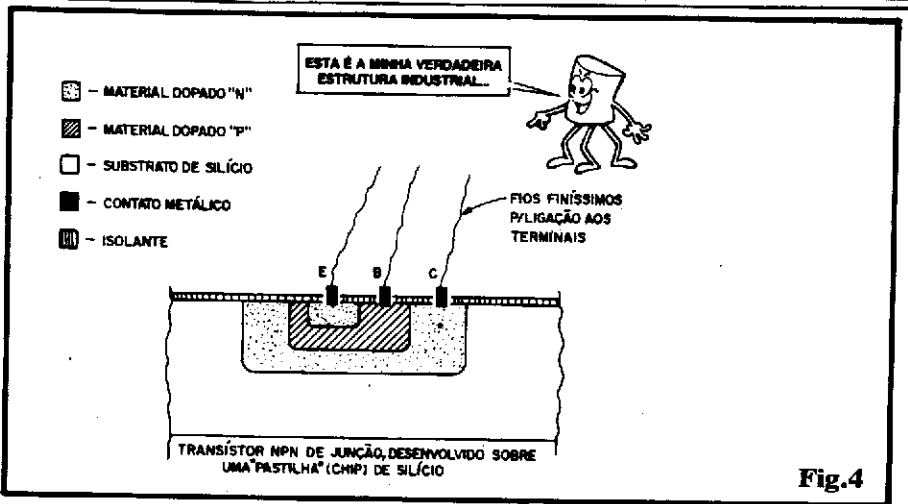
Fig.3

metida às "dopagens" que determinaram as regiões e junções específicas (ver as "Aulas" anteriores, a respeito...). Conexões por fios finíssimos atingem os terminais metálicos externos, e tudo é devidamente protegido ou "vestido" pelo encapsulamento de **epoxy**... Só pelas proporções (não rigorosas...) da figura, já dá para o Leitor/"Aluno" intuir que, em termos de **volume**, seria possível "enfiar" algumas **dezenas** de estruturas semicondutoras NPN (ou PNP) dentro daquela mesma "casca" de um "BC da vida"...!

●●●●●

Então, o Leitor/"Aluno" mais "crica", perguntará: - "Qual a razão de serem produzidos transístores, diodos, resistores, etc., tão "desnecessariamente" grandes...? É simples: não haveria como manipular, mesmo com sofisticados equipamentos industriais, as peças, se estas não tivessem um substancial "corpo", bem como terminais apresentando certo "volume" e solidez! Não haveriam meios práticos, de baixo custo, para soldar ou interligar eletricamente os componentes uns aos outros, de maneira a implementar qualquer função circuital mais complexa...!

Durante décadas, os pesquisadores e cientistas se debateram nesse paradoxo: O QUE REALMENTE INTERESSA É **MUITO PEQUENO**, LEVE E BARATO, MAS SIMPLESMENTE NÃO É POSSÍVEL **USÁ-LO** NA SUAS REAIS DIMENSÕES FÍSICAS, PARA FINS PRÁTICOS... Desenvolvidas, contudo, as técnicas industriais para a confecção dos transístores de junção, sobre "pastilhas" (chips) de silício, conforme veremos a seguir, as soluções foram - pouco a pouco - "aparecendo", principalmente quando a evolução teórica da Eletrônica estabeleceu algumas dezenas (inicialmente...) de blocos circuitais "padrão", capazes de (quando corretamente interligados) exercer as mais variadas funções...

- **FIG. 4** - Como é feito, industrialmente, um típico transístor bipolar, de junção. Na realidade, o "sanduíche" estrutural semicondutor não tem aquela "cara" dos três bloquinhos quadrados, empilhados, conforme costumamos estilizar nos diagramas explicativos. Sobre uma pastilha (chip) ou substrato de silício altamente purificado, através de processos super-sofisticados, químicos, fotoquímicos e eletro-químicos, realizados todos sob condições de temperatura e pressão rigorosamente controladas e específicas, "regiões" determinadas sofrem as "dopagens" de "impurezas" que determinam a sua condição "P" ou "N" exatamente **onde** são necessárias...! Obtidas as três regiões/polaridades no material, de novo por sofisticados processos de deposição, contatos metálicos são estabelecidos, aos quais são soldados (**não**, obviamente, com um "baita" ferro e um fio de solda daqueles que Vocês compram nas lojas...) finíssimos fios condutores (nem são possíveis de **ver**, a olho nú...) correspondentes aos terminais operacionais do componente, a serem ligados às eventuais "pernas" metálicas sólidas, externas...

●●●●●

Pelas sofisticadas técnicas de deposição, "dopagem" ou construção de "regiões" específicas na pastilha/substrato de silício, não só TRANSÍSTORES podem ser facilmente feitos sobre os **chips**, mas também DIODOS e até RESISTORES, dependendo ùnicamente do tipo de "impurezas", polaridades, etc.

A "chave" da questão é que SOBRE **UM MESMO E ÚNICO** SUBSTRATO DE SILÍCIO, PODEM SER INDUSTRIALMENTE DESENVOLVIDOS **MAIS DE UM COMPONENTE** (E **NÃO FORÇOSAMENTE** DO MESMO TIPO...!).

●●●●●

- **FIG. 5** - A própria "essência" dos Integrados: possibilidade de se "fazer" vários e diferentes componentes, um mesmo **chip** de silício!

- **FIG. 5-A** - "Simplérrimo" arranjo circuital, com apenas dois componentes, para exemplificar a "coisa": um DIODO em série com um RESISTOR... Observem bem a codificação dos terminais A e K para o DIODO e C e D para oRESISTOR...

- **FIG. 5-B** - Como a "coisa" poderia (e efetivamente **é**...) ser construída sobre um substrato único de silício: o DIODO é feito com regiões P e N devidamente determinadas pela "dopagem", estabelecendo-se, em seguida, os contatos metálicos para seus terminais A e K... Notem que o contato metálico relativo ao terminal de catodo (K) é simplesmente "prolongado", incrustado sobre a camada superficial isolante, até "tornar-se" o próprio contato relativo ao terminal C do RESISTOR (cujo "outro" terminal é o D...). Observem que o RESISTOR, no caso, não é "feito" com

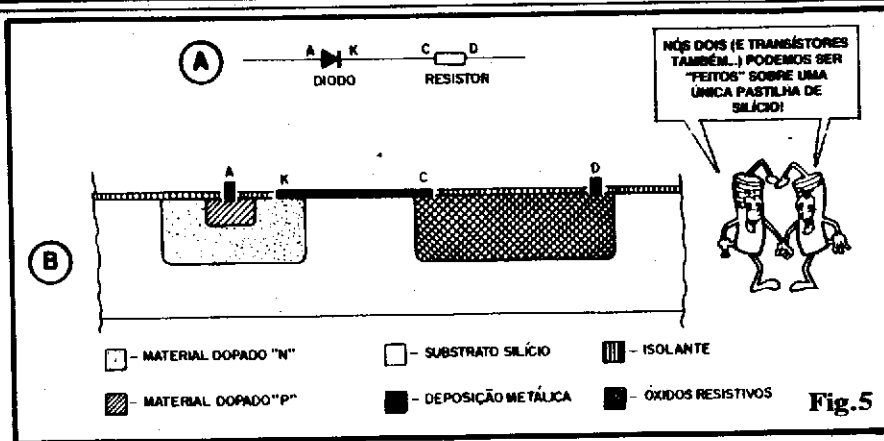



Fig.5

materiais "polarizados", P ou N, mas sim com a deposição ou incrustação de **óxidos resistivos**, calculados de forma a apresentar o desejado valor ôhmico... Temos, então, a mesma configuração da fig. 5-A, desenvolvida sobre um **chip** único de silício (isso é a "base" de toda a "história" dos Circuitos Integrados...!).

•••••

O ponto mais IMPORTANTE a ser considerado é: se "fizermos" o arranjo 5-A com componentes discretos, comprados na loja, o conjunto medirá uns 3 mm de largura por uns 2 cm de comprimento, pesará alguns gramas e... custara "X"... Já se desenvolvermos o arranjo na forma "integrada", conforme fig. 5-B (sobre dois milímetros quadrados de **chip** podem ser desenvolvidos **milhares** de arranjos idênticos...), o par de componentes ocupará uma **minúscula fração de milímetro**, pesará "quase nada" e... custará "um milésimo de X"...! Deu pra sentir...?

•••••

O QUE PODE (E O QUE NÃO PODE...) SER "INTEGRADO", EM TERMOS DE COMPONENTES

Pelas suas próprias estruturas intrínsecas, TRANSÍSTORES (não só os bipolares, mas também os TUJs, FETs, etc.), DIODOS (e também seus "primos", ZENER, LED, DIAC, etc.), outros componentes exclusivamente semicondutores (SCRs, TRIACs, etc.) e RESISTORES, **podem**, facilmente, ser desenvolvidos sobre **chips** únicos de silício, favorecendo diretamente à "integração"... Já - por exemplo - CAPACITORES e INDUTORES (bobinas) apresentam características eletro-mecânicas que na prática **não permitem** a sua "integração" direta sobre (ou "dentro" dos...) **chips**.

Isso ocorre porque tanto nos capacitores (salvo os de valor **muito** pequeno...) como nas bobinas, a parte "funcional" é substancialmente MAIOR do que a verificada nos componentes semicondutores e nos resistores. É praticamente impossível se "fazer" um capacitor com algumas centenas de nanofarads dentro de um volume físico de frações de milímetro... O mesmo ocorre com os indutores (salvo de valores próximos do "desprezível"...).

Assim, industrialmente podemos criar (e efetivamente construir, a baixo custo relativo...) circuitos integrados ultra-complexos, desde que baseados **apenas** em TRANSÍSTORES, DIODOS e RESISTORES... Inevitavelmente, "do lado de fora" ficarão os CAPACITORES, os eventuais INDUTORES, e mesmo alguns TRANSÍSTORES e RESISTORES (além das fontes de energia, PILHAS, por exemplo...).

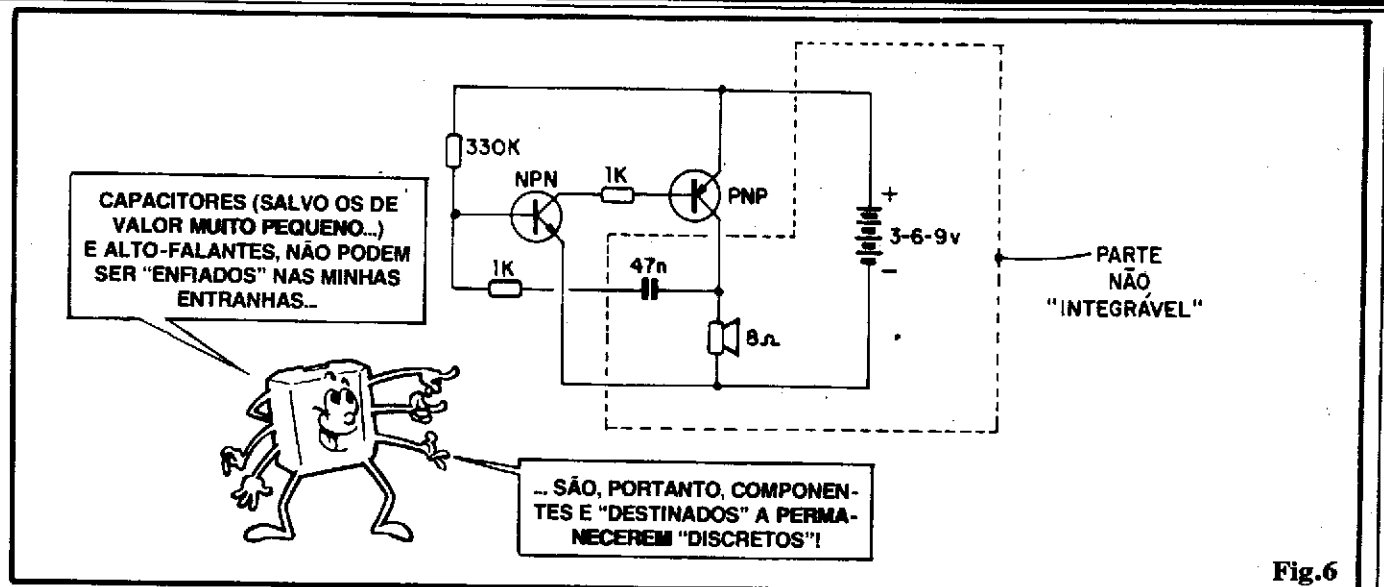
Quanto a CAPACITORES e INDUTORES, a "coisa" já ficou clara (as razões da "não integração"...). Mas por que razão alguns TRANSÍSTORES e RESISTORES devem ser "barrados no baile", se na teoria e na prática **poderiam** também ser "embutidos lá dentro"...?

Essa questão embute todo o aspecto prático da utilização dos Integrados nos circuitos e aparelhos finais... Para que os Circuitos Integrados sejam uma real **vantagem**, econômica e prática, precisam, antes de tudo, ser VERSÁTEIS, admitindo consideráveis gamas de variações aplicativas e parametragens externas de funcionamento. Enfim: mesmo que destinados a uma função muito específica e dedicada, devem poder exercer tal função sob consideráveis variações de parâmetros, frequências, Tensões, Correntes, etc. Isso **exige** a possibilidade de dimensionamento externo de tais fatores, modificações nos valores específicos de componentes, etc...

Como os "componentes" que estão "lá dentro" são absolutamente "imexíveis", "introcáveis", a solução é óbvia: organizar os blocos circuitais Integrados de modo que, com o auxílio de componentes discretos **externos**, alterações de parâmetros, funcionamento e condições possam ser facilmente promovidas pelo usuário final! É por isso que muito raramente o Leitor/"Aluno" verá um circuito final baseado **unicamente** em Integrados, sem "nenhunzinho" componente "discreto" em "apoio"! As explicações vinculadas às figuras seguintes darão uma boa "luz" a respeito desse importante assunto prático:

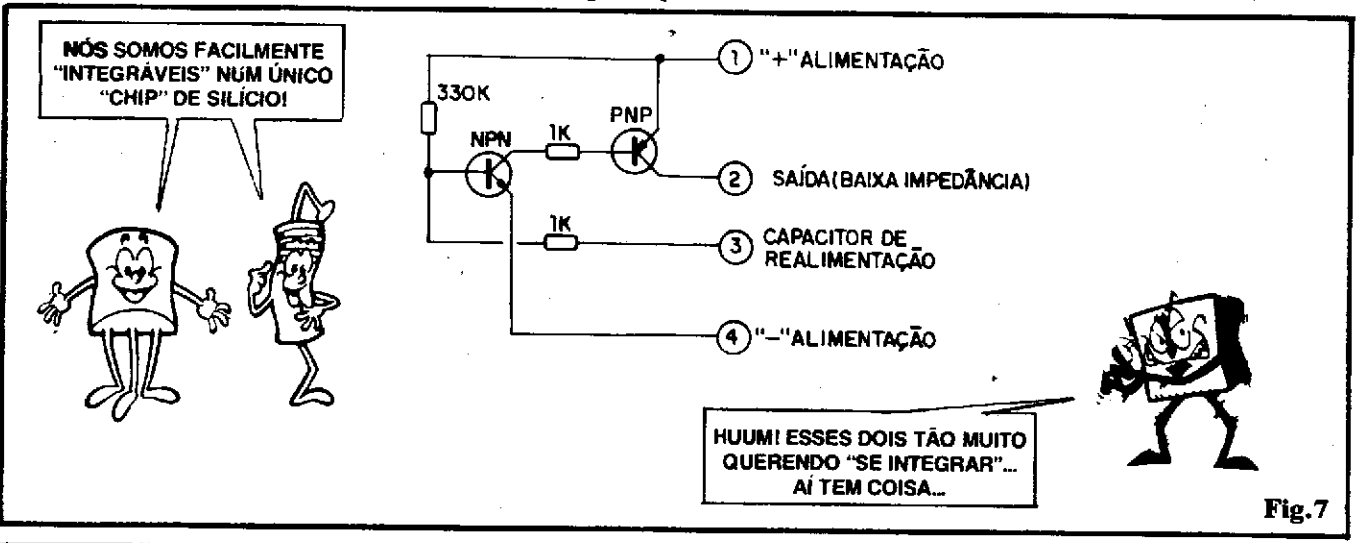
•••••

- **FIG. 6** - Vamos "brincar de integrar", como se fôssemos os engenheiros de produção de uma grande fábrica de componentes eletrônicos, criando um Circuito Integrado original... Suponhamos que vamos "inventar" um Circuito Integrado com a específica e dedicada função de funcionar como oscilador de áudio (em baixa frequência, portanto...). Podemos, então, partir de um arranjo já conhecido pelo Leitor/"Aluno" (ver "Aula" nº 8 do ABC...): o oscilador com transístores complementares, NPN e PNP, cuja estrutura super-simples facilitaria bastante as "coisas"... O primeiro passo seria determinar os valores dos componentes, testar o funcionamento do circuito enquanto baseado em "discretos", etc. Chegaríamos então - a título de

Fig.6

exemplo, à solução inicial mostrada na figura, já com tudinho devidamente parametrado. O passo seguinte seria definir o que **poderia** e o que **não poderia** ser "integrado". À luz do que já comentamos, é fácil perceber que a parte "integral" é formada pelos componentes **fora** do limite tracejado: transístores e resistores, enquanto que a parte "não integrável" seria constituída pelas peças contidas dentro da linha tracejada: capacitor, alto-falante, pilhas, etc.

- **FIG. 7** - Definida a parte "integrável", podemos então re-diagramar o circuito, esquematizando **apenas** o que ficaria "dentro" do nosso hipotético Circuito Integrado. Nesse ponto do nosso "projeto", também seriam definidos QUANTOS e QUAIS seriam os acessos externos necessários (os terminais do nosso C.I.). Nesse ponto, o Leitor/"Aluno" vai começar a notar algo IMPORTANTE: uma vez NUMERADOS e CODIFICADOS (ou seja: identificados quanto à posição e função...) os acessos externos, na prática não mais precisaremos "saber o que tem lá dentro"...! Depois de industrialmente formado sobre um **chip** único de silício, o conjunto mostrado na figura poderia, perfeitamente, ser interpretado como um simples e único "super-componente", dotado de 4 pinos ou "pernas" externas, assim relacionados num hipotético "Manual do Fabricante":

- **Pino 1** - Positivo da alimentação. Entre 3 e 9 VCC (já que este é o parâmetro que **conhecemos** como adequado para o bloco circuital integrado, no caso...).
- **Pino 2** - Saída. Pelo que já sabemos do "âmago" do nosso Integrado, apresentando características de **baixa impedância**, e capacidade de Corrente não muito maior do que uma ou duas centenas de miliampéres.
- **Pino 3** - Terminal para o Capacitor externo de realimentação. O **valor** desse capacitor externo será, pelo usuário, determinado de acordo com a frequência que deseja obter no funcionamento do nosso "Integrado" oscilador...
- **Pino 4** - Negativo da alimentação e "terra" geral do circuito (retorno para a "carga" acoplada à Saída, etc.).

Fig.7

Observem, então, que os dados acima relacionados, quanto a pinagem, funções e limites/parâmetros, constituem **tudo** o que precisamos saber - na prática (aliado unicamente ao reais limites de Frequência dentro dos quais o bloco seria capaz de operar...), para bem utilizar o nosso suposto "Integrado"! No dia-a-dia das nossas atividades Eletrônicas, não tem mais a menor importância saber com detalhes "o que está lá dentro" (e é assim que nos comportamos, na realidade, quanto aos Integrados "de verdade"...).

Apenas aos projetistas **muito** avançados e - obviamente - aos próprios "criadores" do Integrado, **importam** as reais condições detalhadas da "circuitagem" interna, embutida e desenvolvida sobre o **chip** de silício... Para nós, "de fora", o que vale é saber identificar as "pernas", suas posições, funções e limites elétricos e eletrônicos diversos... Para todos os efeitos, o Integrado é, então, **UM** "componente" (ainda que "super"...), e assim o chamaremos, daqui pra frente...!

●●●●●

- **FIG. 8** - Levando a "brincadeira" (séria...) adiante, vejamos como implementaríamos fisicamente o nosso Integrado recém-criado:

- **FIG. 8-A** - A pastilhinha de silício sobre a qual seria "feito" o arranjo transístores/resistores (fig. 7) seria obviamente minúscula, não mais do que 1 mm^2 (e mesmo "tudo isso" porque caso contrário não teríamos **onde** efetuar as conexões dos "bigodes" condutores, fios finíssimos de acessamento externo...). O tal "chipzinho" ficaria dentro de uma embalagem de **epoxy**, convencional para Integrados (ver TRUQUES & DICAS da presente "Aula"...), dotada de 4 "perninhas" metálicas externas.

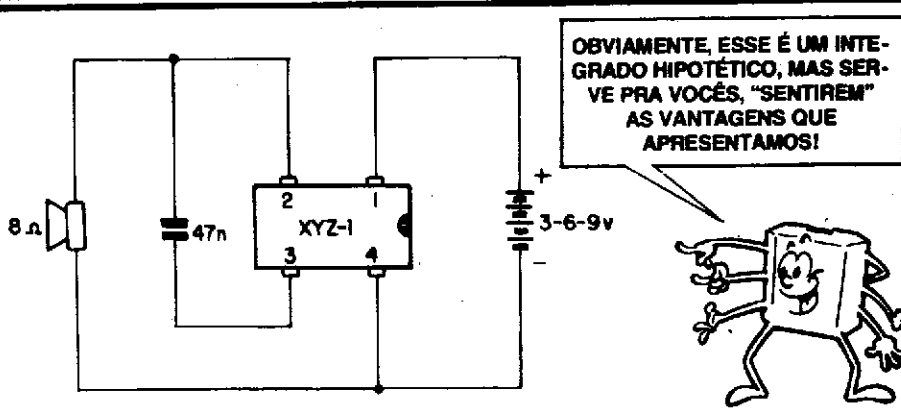
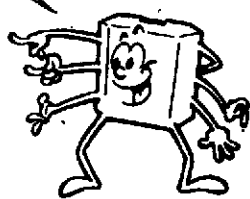



Fig.8

- **FIG. 8-B** - A aparência externa do nosso Integradinho seria a mostrada...

- **FIG. 8-C** - Numa estilização convencional, o Integrado seria mostrado assim, com uma marquinha identificatória da extremidade a partir da qual os pinos deveriam ser "numerados" (ver TRUQUES & DICAS, novamente...), além de um código "de fabricante" (suponhamos "XYZ-1"...) a partir do qual os usuários poderiam procurar, no respectivo Manual, os essenciais dados funcionais, limites, funções de pinagem, etc.

Fig.9

- **FIG. 9** - O nosso Integradinho segue sua "vida" prática... Num eventual esquema, divulgado em Revista (como ABC, APE, etc.), o XYZ-1 seria mostrado assim, num exemplo de aplicação prática... Notem que, embora não muito "largas", temos algumas gamas de modificações possíveis, quais sejam: mudar o valor do capacitor de 47n (**podemos** fazer isso, já que ele não está "dentro" do Integrado...) na obtenção de diversas Frequências diferentes de oscilação (desde que não ultrapassem os limites naturais do que "está lá dentro"...), alterar a Tensão de alimentação (dentro do limite que vai de 3 a 9V) na busca de Potências finais de saída correspondentes, etc. Diríamos, então que "**para o C.I. XYZ-1, o arranjo oscilador básico é o mostrado**", esquecendo-nos, completamente (por não ser necessário lembrar...) das "entranhas" do componente XYZ-1 (que, na verdade - como sabemos - não é **um** componente, mas sim todo um bloco circuital...).

●●●●●

PARÂMETROS, LIMITES, "CORPOS" E "PERNAS"...

Como todos os demais componentes eletrônicos (mesmo porque ele é "feito deles"...), os Integrados apresentam - como deve ter ficado claro - LIMITES de funcionamento quanto às Tensões, Correntes, Potências, Frequências, etc., dentro dos quais **podem** funcionar. Se tais LIMITES forem desrespeitados, duas coisas acontecem: ou o

Integrado não funcionará de acordo com o esperado ou - o que é pior - o "coitado" queima...

Integrados têm, por óbvias razões, muito mais "pernas" e terminais do que simples transístores, diodos, resistores, etc., "discretos"... É, portanto, bastante lógico que a lista de parâmetros e limites seja também mais extensa e complexa... Abrindo-se um Manual de Integrados, verificaremos que para cada código de componente, teremos um grande "quadro", onde estão relacionadas as funções de **cada pino** e os rigorosos limites (geralmente relacionados como "mínimo" e "máximo") das grandezas elétricas envolvidas, bem como - eventualmente - até as gamas de **valores** de componentes externos "discretos" a serem anexados.

Simplesmente não há "jeito" de se lidar empiricamente com Integrados (feito às vezes até dá, com "discretos"...), porque são muitas as variáveis envolvidas! Sem um Manual, sem uma Lista de Parâmetros/Limites, e - obviamente - se a correta identificação da peça, pelo seu código/nome, nem é possível "começar" a brincar com Integrados!

Como ocorre quanto aos transístores, diodos, etc., os Integrados são identificados através de códigos alfa-numéricos atribuídos pelos fabricantes, ou seja: "nomes" formados por **letras** e **números**, segundo uma "ordem" ou sistema normalmente meio "maluco", quase **não padronizado** (o que costuma "embananar" muito a cabeça do iniciante...). as coisas chegam a condições até engraçadas, quando - por exemplo - um "LM383" é, em termos de funções e pinagens, igualzinho a um "TDA2002", e assim por diante (esse exemplo dado é REAL...!).

Felizmente, algumas das "famílias" ou "blocos" Integrados de uso mais corrente e "universal", recebem uma **certa** padronização de código, por parte da maioria (não todos...) dos fabricantes. Assim, por exemplo, um Integrado "741" será **sempre** um "741", embora os fabricantes adendem prefixos ou sufixos os mais diversos e estapafúrdios, como "LM741", "uA 741", "NE741", "SN72741P", etc. (notem que a "expressão" **741** está sempre lá...).

Ao longo das próximas "Aulas" do ABC, iremos - sempre que necessário, dando importantes "dicas" a respeito dessa verdadeira "bagunça" de códigos/nomes... Já quanto as "caras", "corpos" e "pernas" (está parecendo Revista PLAY BOY...), a seção TRUQUES & DICAS da presente ABC nº 14 dá a essência da "coisa" (quando novos detalhes forem importantes, eles serão mencionados nas futuras "Aulas"...).

●●●●●

Na sua grande maioria, os Integrados constituem componentes de **baixa Potência**, destinados a trabalhar sob Tensões e Correntes moderadas (as poucas exceções referem-se a Integrados específicos, Amplificadores de Áudio, Interfaces para comando de maquinários industriais, etc.). Quando é necessário exercer um trabalho mais "pesado", normalmente os Integrados comandam, através de pinos específicos, dispositivos de alta Potência relativa, como transístores, SCRs, TRIACs, relês, etc., estes, sim, capazes de serviços realmente "bravos" (como já vimos nas suas "Aulas" específicas...).

Vale lembrar que, embora "lá dentro" haja "transístores, diodos, resistores", etc., se - por "estouramos" algum importante limite do Integrado, um daqueles componentezinhos internos se "queimar", simplesmente não há solução ou "remendo"...! Como não é possível "abrir-se" o Integrado e susbtituir o danadinho do único transístor que "dançou lá dentro", toda a peça estará invalidada! Não há reparo possível... O jeito único é... trocar-se o Integrado, ou seja: substituir **todo** o "circuito" que ele "representa"...

É certo que tal característica absolutamente NÃO INVALIDA as enormes vantagens de um Integrado! Tomando como exemplo um do tipo "universal", o já citado "741" (que, de tão importante e versátil merecerá, logo, logo, uma "Aula" só pra ele...), dentro do "bichinho" estão nada menos que **14 transístores NPN, 6 transístores PNP, 1 pequeno capacitor e 11 resistores**! Adquirindo todas essas 32 peças "picadas", na Loja, e montando o circuito correspondente (implicando a montagem no uso de Circuito Impresso ou "ponte" de terminais...), o custo total seria várias vezes superior ao do respectivo Integrado 741 (isso sem falar no tamanho, peso, etc., do "trambolho"...). Só tem aquele "galhinho": se fizermos "queimar" só unzinho dos resistores que estão "lá dentro", todas as 32 peças "vão para o lixo"... RESPEITO, portanto, é a palavra chave, no trato com Integrados, de modo a não anularmos suas inerentes e óbvias vantagens...

Fig.10

A REPRESENTAÇÃO DOS INTEGRADOS NOS DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE CIRCUITOS

Na fig. 9 da presente "Lição", o Leitor/"Aluno" já teve uma rápida e objetiva idéia de **como** os Integrados podem ser facilmente "diagramados" nos esquemas, na forma de simples "caixas", com os terminais devidamente numerados (para identificação) estabelecendo conexões óbvias e diretas aos demais componentes (discretos), alimentação, etc.

Na verdade, existem alguns "macetes" de **lay out**, costumeiramente empregado pelos desenhistas técnicos na elaboração dos diagramas de circuitos que incluam Integrados, e a respeito dos quais é bom que o Leitor/"Aluno" vá, desde já, tomando conhecimento, para "ficar esperto"...

- **FIG. 10** - A figura reproduz o esquema da MONTAGEM PRÁTICA 27, mostrada na derradeira "Lição" da presente ABC nº 14, e baseada num Integrado 555 (um dos chamados "universais", versáteis, e que por isso merecerá também uma "Aula" exclusiva, logo mais...). Esse componente pertence ao tipo com pinagem DIL de 8 "pernas" (ver TRUQUES & DICAS...). Notem, então, que no diagrama ocorrem algumas coisas estranhas, à primeira vista: a ordem e posição "numérica" dos pinos está toda "bagunçada" e - além disso - nitidamente está "faltando um pino" (o de nº 5)...! Na verdade, essa aparente "bagunça" vem no sentido de **simplificar** e não no de complicar! A aparente "desordem" na numeração das "pernas" contribui para "limpar" o próprio desenho do esquema, evitando linhas muito longas e muito entrelaçadas (na simbologia das interligações com os componentes externos e periféricos...) e, a não menção do "pino 5" deve-se, simplesmente, ao fato de tal "perna" **não ser usada**, na montagem! Nesse ponto vale lembrar que como os Integrados sempre "representam" blocos circuitais bastante complexos, "cheios" de acessos, não é incomum que algum(s) desses acessos/pinos, simplesmente não **tenham função** "naquela" aplicação específica, caso em que o correspondente pino é - simplesmente - deixado SEM LIGAÇÃO... A inclusão de pinos **não utilizados**, num diagrama, apenas contribuirá para "congestionar" desnecessáriamente o esquema! Portanto, o desenhista NÃO MENCIONA, costumeiramente, as "pernas" **não usadas** "no momento"...!

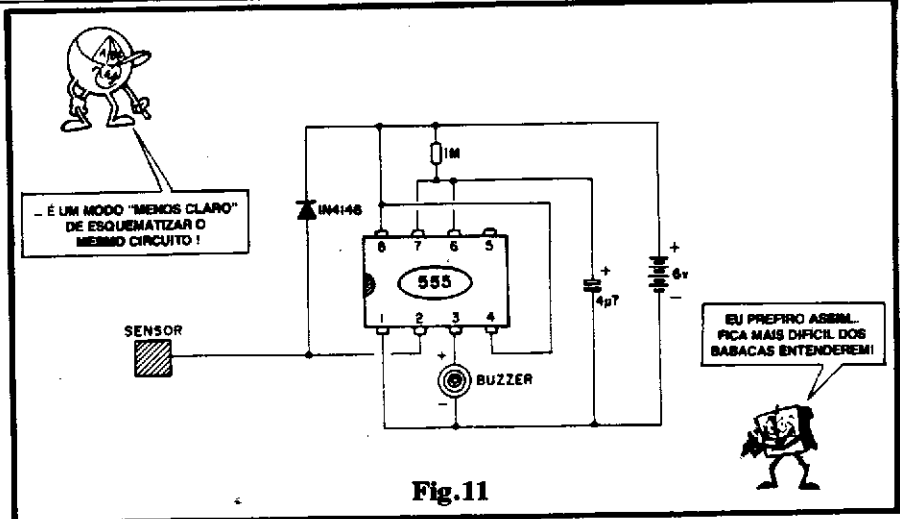



Fig.11

- **FIG. 11** - A "prova" do que dissemos no texto referente à fig. anterior... É possível desenhar-se o **mesmo** circuito, de forma simbólica, conforme indica o diagrama (as figs. 10 e 11, portanto, representam exatamente o **mesmo** circuito final...), agora com o Integrado visto "inteiro", por cima, com todas as suas "perninhas" numeradas, e ocupando as posições "reais" que assumem na peça... Vejam, porém, que ao contrário de simplificar, o sistema "piorou" a visualização e a leitura do esquema, que agora mostra linhas de interligação compridas, cheias de "cruzamentos" e intersecções (que não haviam na representação anterior - fig. 10)!

●●●●●

É, portanto, um tanto "livre" a maneira como os Integrados são simbolizados nos esquemas... Dependendo do "restante" do circuito, da quantidade de discretos externos, etc., um mesmo Integrado (o 555, por exemplo...) pode ser representado de várias manerias diferentes, porém quase sempre na forma de uma **caixa** com diversos acessos externos devidamente numerados, sendo que tais números referem-se exatamente à "contagem" original dos pinos (ver TRUQUES & DICAS...).

●●●●●

AS DUAS GRANDES (E PRINCIPAIS...) "RAÇAS" DE INTEGRADOS

Já vimos que é possível "integrar" blocos circuitais baseados em transístores, diodos e resistores, de quaisquer tipos, em praticamente qualquer grau de complexidade e quantidade de componentes intrínsecos... Essa condição básica, aliada à intensa hiper-miniaturização que cada vez mais é obtida na indústria eletrônica avançada, leva a uma circunstância atual onde Integrados de funções **extremamente** complexas e muito **amplas**, podem ser obtidos... A **variedade**, as capacidades e potencialidades são, portanto imensas no já enorme universo dos Integrados, ficando cada vez mais difícil, estabelecer classificações rígidas de dezenas de milhares de códigos diferentes...

Existe, contudo, uma classificação que ainda pode ser aplicada, segundo a qual podemos dividir o universo dos Integrados em dois grandes blocos, espécies ou "raças": os C.I.s LINEARES e os C.I.s DIGITAIS. Explicando (em termos bem básicos...):

Fig.12

- **FIG. 12-A** - OS LINEARES - Num bloco circuital integrado, da "raça linear", todas as "formas de onda" manipuladas, todos os níveis de Tensão/Corrente, apresentam proporcionalidade e importância, ainda que - às vezes - momentânea... Um Integrado LINEAR - por exemplo - em função puramente amplificadora (embora sob aspecto amplo, a "linearidade" não se restrinja a tal função...) pode reconhecer níveis quaisquer de Tensão e/ou Corrente, "traduzindo" em seu(s) pino(s) de Saída, também manifestações proporcionais, em diversos níveis de Tensão/Corrente... O(s) pino(s) de controle, em qualquer circunstância, costumam também "reconhecer" transições e valores momentâneos dessas grandezas elétricas, "levando em consideração" tais fatores na determinação do funcionamento de todo o bloco circuital integrado. Num exemplo, um Integrado LINEAR, com função **amplificadora inversora**, sob ganho 100, se for excitado (no conveniente pino/entrada) por um sinal de "-0,02V", deve mostrar, na sua saída/pino final, um sinal de "+2V", ou seja: 100 vezes os "-0,02V" (devido ao ganho 100) e com a polaridade "trocada" (devido à função inversora...). Outro exemplo: um Integrado com função de **conversor Tensão/Frequência**, com razão de 1 KHz/mV, se for excitado no devido pino por uma Tensão de 5mV, emitirá um sinal (no seu pino de sáida) de 5 KHZ... Já excitado por 10,2mV, mostrará, na saída, um sinal com frequência de 10.200 Hz (10,2 KHz), e assim por diante...

- **FIG. 12-B** - OS DIGITAIS - A "raça" dos DIGITAIS é, atualmente, imensa na sua quantidade e diversidade de representantes, porém a sua principal e básica característica é o "reconhecimento" e a "manifestação" apenas na base do TUDO ou NADA... Enfim: um bloco circuital integrado DIGITAL apenas "aceita" ou reconhece níveis de Tensão extremos, "de pico", bem definidos, como os indicados pelas setinhas "A" e "B" no diagrama... Ele, portanto, apenas pode ser excitado corretamente por tais sinais extremos, normalmente "não se importando" com as transições ou níveis intermediários, ou mesmo com a Frequência (dentro de certa faixa ou limites...) com que as alterações de nível se manifestam... Da mesma forma, nos seus pinos de saída, um Integrado DIGITAL apenas "mostra" sinais extremos, definidos, em níveis "radicais" (setinhas "A" e "B", na figura...). Normalmente (mas não **sempre**...) tais níveis radicais constituem a própria Tensão de alimentação, em seu máximo valor **positivo** (digamos, 12V, se por tal Tensão o circuito como um todo for alimentado) e o nível "zerO", correspondente ao **negativo** da alimentação geral! Muito dificilmente (na prática **nunca**...) um Integrado digital manifestará, em sua(s) saída(s), níveis intermediários ou "proporcionais" de Tensão...

●●●●●

Ao longo de uma série de "Aulas", a partir de agora, o Leitor/"Aluno" tomará contato íntimo com diversos Integrados, LINEARES e DIGITAIS, e aprenderá - com a prática e a grande intuição já desenvolvidas no decorrer do "Curso", detalhes importantes so-

Fig.13

bre o "comportamento" de cada "raça" ou grupo...

Atualmente existem ainda muitos integrados "híbridos", "coluna do meio", que contém internamente blocos tanto LINEARES quanto DIGITAIS, e que assim podem, ou "interpretar" sinais na base do TUDO ou NADA, emitindo na sua saída níveis proporcionais e intermediários, ou "ao contrário", receber sinais de "formas" ou níveis complexos e intermediários, mostrando na saída manifestações "traduzidas" em TUDO ou NADA, "radicais"... São os Integrados da categoria CONVERSOR (análogo/digital ou digital/análogo, por exemplo...). Veremos, no decorrer do "Curso", alguns aspectos práticos e teóricos quanto a essa "família" mestiça de Integrados...

●●●●●

A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS BLOCOS CIRCUITAIS INTERNOS

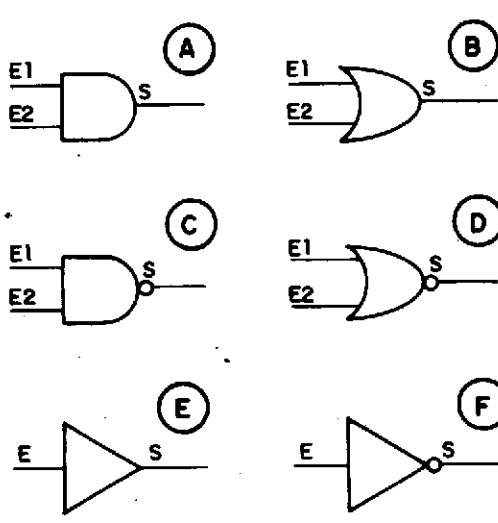
Embora em muitos casos, nos diagramas de circuitos, os Integrados (sejam LINEARES, sejam DIGITAIS...) surjam como simples "caixas brancas", dotadas apenas de acessos numerados para as conexões externas (não nos "interessa" saber os "detalhes" do que está "lá dentro"...), existem algumas convenções universais quanto à representação de alguns dos blocos constituintes ou integrantes e que - frequentemente - aparecem nos esquemas, devendo o Leitor/'Aluno" desde agora, ir procurando se familiarizar com tais simbologias...

Por outro lado, alguns dos modernos, integrados apresentam **tantos** blocos distintos internos (que compartilham apenas a alimentação, mas cada um "fazendo" alguma coisa de modo praticamente independente...), que torna-se obrigatória a sua representação "individual" (dos blocos, **não** dos componentes "discretos" que comporiam cada bloco...) para uma perfeita visualização e interpretação de quem "lê" um esquema...

Vejamos algumas dessas convenções adotadas (existem muitas outras, das quais o Leitor/"Aluno" irá tomar conhecimento no devido tempo...):

- **FIG. 13** - O triângulo representa, universalmente, um bloco amplificador (LINEAR). O Leitor/"Aluno" verá **muito** tal configuração simbólica, no decorrer das próximas e futuras "Aulas"...

- **FIG. 13-A** - Representação do bloco amplificador NÃO INVERSOR, onde a polaridade ou "sentido" do sinal aplicado à entrada E são "respeitados" ou mantidos na saída S. Não se esqueçam, contudo, que a manifestação nos LINEARES é **proporcional**, assim se o **ganho** do bloco for - digamos - de "10", aplicado 1V **positivo** em E+, teremos em S 10V **positivos**...

- **FIG. 13-B** - Símbolo do bloco amplificador INVERSOR, no qual a polaridade ou "sentido" de transição do sinal são **invertidos**. Guardando a inerente proporcionalidade dos LINEARES, se aplicarmos - num exemplo - à entrada "E-", uma Tensão de 0,5V **negativos**, e o ganho do bloco for ainda de "10", obteremos, na saída S uma Tensão de 5V **positivos**...

- **FIG. 13-C** - Representação do bloco amplificador operacional ou diferencial... Nesse caso, o bloco apresenta duas Entradas com funções inversas. Uma NÃO INVERSORA (E+) e uma INVERSORA (E-). Enquanto "sozinhas", cada uma das Entradas agirá como a correspondente nos diagramas anteriores (13-A e 13-B), mas, usadas conjuntamente, na saída S obteremos um nível correspondente à DIFERENÇA dos sinais aplicados às duas entradas, MULTIPLICADA pelo ganho do sistema... Assim (exemplo), se o ganho ainda for "10" e aplicarmos 1V à entrada "E+" e 0,7V à entrada "E-", teremos na saída S uma Tensão de 3V, correspondente à diferença entre os níveis apresentados às entradas, multiplicada pelo ganho do bloco...

●●●●●

A respeito dos blocos amplificadores, simples (INVERSOR ou NÃO INVERSOR) e operacionais

PARECE AQUELAS BRINCADEIRINHAS BOBAS DE "JARDIM DE INFÂNCIA", TIPO "ENCONTRE AS DIFERENÇAS"... BAH!

A E1 E2 S

B E1 E2 S

C E1 E2 S

D E1 E2 S

E E S

F E S

NÃO SEJA "RANHÊTA", QUEIMADINHO! ISSO É SÓ UMA "PRÉ-ESTREIA" DOS BLOCOS DIGITAIS, QUE VEREMOS COM DETALHES EM FUTURAS "AULAS"...!

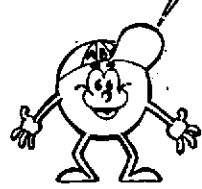



Fig.14

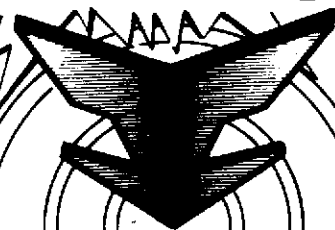
(DIFERENCIAIS) existem muitos outros parâmetros e conceitos, limites inerentes às próprias Tensões de alimentação (que, inclusive, podem ser **única** ou **dupla**). Veremos os detalhes em futuras "Aulas"... Por enquanto estamos nos referindo apenas, basicamente, qaunto à REPRESENTAÇÃO gráfica de tais blocos...

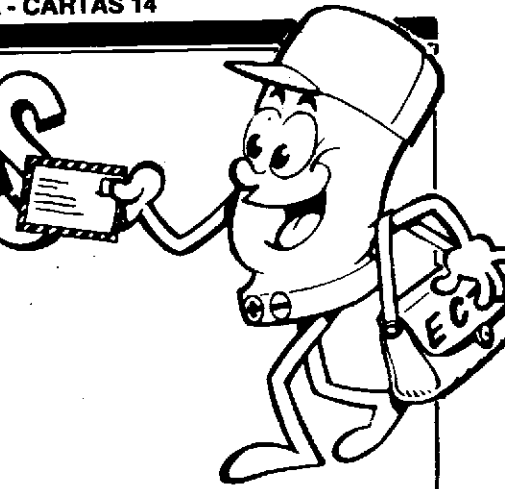
- FIG. 14 - Algumas representações dos blocos integrados DIGITAIS ou LÓGICOS mais comuns (existem **muitos** outros, que veremos quando chegar a hora...). Tratam-se de **gates** ou **portas** digitais, intensamente usadas nos circuitos de computadores e aplicações congêneres. sempre lembrando que num bloco DIGITAL as manifestações são sempre "radicais", TUDO ou NADA, níveis nitidamente ALTOS ou BAIXOS de Tensão, vejamos, basicamente, o comportamento de cada um dos blocos/exemplo (detalhes apenas Vocês verão mais adiante, quando nosso "Curso" atingir o fascinante campo da Eletrônica Digital, daqui a alguns mêses...).
- **FIG. 14-A** - Bloco lógico "E" (ou AND, em inglês). A saída S apenas ficará "alta" quando as Entradas E1 **ou** E2 forem excitadas com nível também "alto"...
- **FIG. 14-B** - Bloco lógico "OU" (OR, em inglês...). A saída S mostrará nível de Tensão "alto" quanto a Entrada E1 **ou** a Entrada E2 (ou ainda ambas...) for excitada por nível "alto"...
- **FIG. 14-C** - Bloco lógico "NÃO E" ou "NE" (NAND, em inglês...). A saída S apenas ficará "baixa", quando a Entrada E1 **e** a Entrada E2 ficarem ambas "altas", em termos de Tensão "radical"...
- **FIG. 14-D** - Bloco lógico "NÃO OU" ou "NOU" (NOR, em inglês...). A Saída S mostrará nível de Tensão "baixo" quando a Entrada E1 **ou** a Entrada E2 (ou ainda ambas...) forem excitadas por nível de Tensão "alto"...
- **FIG. 14-E** - Bloco lógico NÃO INVERSOR (**buffer**). "Aparentemente" sem função, já que o nível de Tensão ("alto" ou "baixo") apresentado à Entrada E é nitidamente reproduzido na Saída S ("alto" em E, "alto" em S - "baixo" em E, "baixo" em S...). Constitui, contudo, um poderoso **amplificador**, uma vez que a Potência do sinal aplicado à Entrada E é normalmente **muito menor** do que a obtida na Saída S. Veremos suas funções quando estudarmos em profundidade a circuitagem DIGITAL...
- **FIG. 14-F** - Bloco lógico INVERSOR (NOT). O nível "radical" de Tensão que aparece na Saída S é **contrário** ao apresentado à Entrada E ("alto" em E, "baixo" em S - "baixo" em E, alto em S...). Embora simples, a função é importante no desenvolvimento de circuitagens DIGITAIS, como veremos no futuro...

•••••

Por enquanto, sem grandes "aprofundamentos"... Guardem apenas, o desenho das representações desses blocos (figuras 13 e 14), notadamente desde já que, nos LINEARES, a função INVERSORA ou NÃO INVERSORA costuma ser representada junto às **Entradas**, respectivamente através dos sinais "-" e "+" (que, no caso, não se referem diretamente a "polaridades", mas sim à função das ditas entradas...), enquanto que, nos DIGITAIS, a função INVERSORA é normalmente representada por aquela "bolinha" junto ao terminal de Saída (S).

•••••

Contenham sua curiosidade, meninos... Nas próximas "Aulas", o nosso "Curso" vai, simplesmente, "arrebentar a boca do balão" em termos de importantes conhecimentos sobre a Teoria e Prática dos Integrados, com o que Vocês todos logo, logo assumirão a condição de "entendidos" (tanto esse "assumirão" quanto esse "entendidos" aí, estão no BOM sentido...) da Moderna ELETRÔNICA! Valeu a pena esperar, não...?

•••••

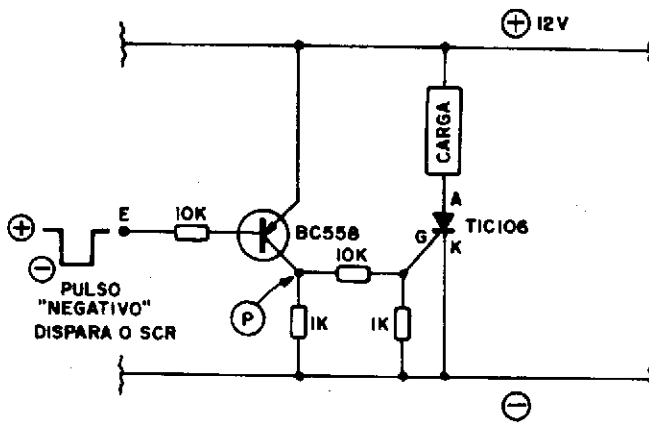
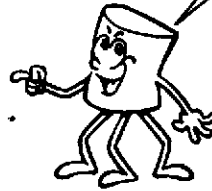
COZINHA

A Seção de CARTAS da ABC destina-se, basicamente, a esclarecer pontos, matérias ou conceitos publicados na parte Teórica ou Prática da Revista, e que, eventualmente, não tenham sido bem compreendidos pelos Leitores/Alunos. Excepcionalmente, outros assuntos ou temas **podem** ser aqui abordados ou respondidos, a critério único da Equipe que produz ABC... As regras são as seguintes: (A) Expor a dúvida ou consulta com clareza, atendo-se aos pontos **já publicados** em APE. **Não** serão respondidas cartas sobre temas ainda não abordados... (B) Inevitavelmente as cartas só serão respondidas após uma pré-seleção, cujo crivo básico levará em conta os assuntos mais relevantes, que possam interessar ao maior número possível de Leitores/Alunos. (C) As cartas, quando respondidas, estarão também submetidas a uma inevitável "ordem cronológica" (as que chegarem primeiro serão respondidas antes, salvo critério de importância, que prevalecerá sobre a "ordem cronológica"...). (D) NÃO serão respondidas dúvidas ou consultas pessoalmente, por telefone, ou através de correspondência **direta**... O **único** canal de comunicação dos Leitores/Alunos com a ABC é **esta** Seção de CARTAS. (E) Demoras (eventualmente **grandes**...) são absolutamente inevitáveis, portanto não adianta gemer, ameaçar, xingar ou fazer beicinho: as respostas só aparecerão (se aparecerem...) quando... aparecerem!

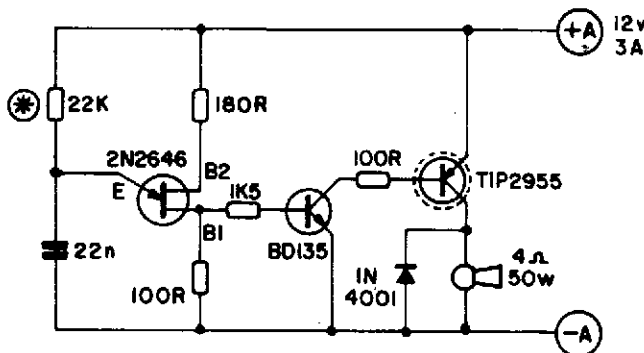
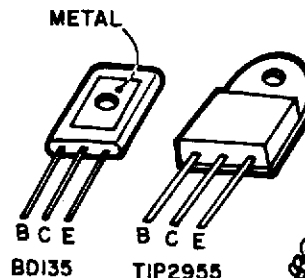
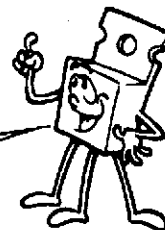
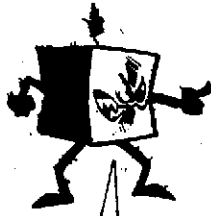
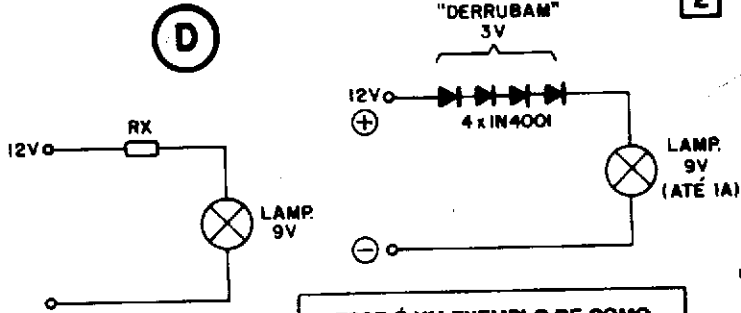
Endereçar seu envelope assim:

Revista **ABC DA ELETRÔNICA**
Seção de **CARTAS**
KAPROM EDITORA, DISTRIBUIDORA E PROPAGANDA LTDA.
R. General Osório, 157
CEP 01213 - São Paulo - SP

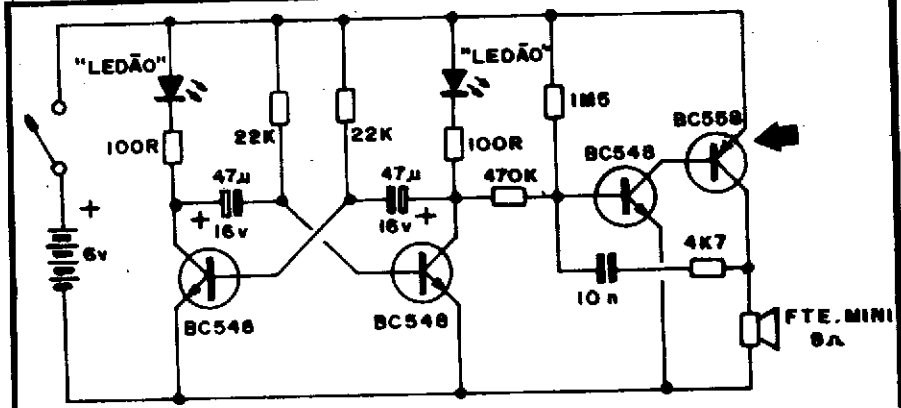
"Gostei muito da "Aula" sobre os SCRs e TRIACs (ABC nº 10), onde finalmente consegui "pegar" o funcionamento desses componentes, que eu já tinha usado em montagens experimentais, e também tiradas de outras revistas, porém sem entender muito bem a "coisa"... No momento, estou experimentando um circuito, de minha invenção, porém apareceu um probleminha técnico que não estou conseguindo resolver... Embora eu já tenha aprendido muita coisa com o ABC (sou "Aluno" desde a primeira "Aula"...), não consegui resolver essa questão: como elemento final do meu circuito, para comando de uma carga de Potência (que funcionará sob 12V) tenho um SCR, tipo TIC106, porém o sinal de "gatilhamento" que tenho disponível é ***negativo****, ou seja: está normalmente* ***positivo*** *(12V) e "fica* ***negativo****" na condição em que desejo ver o SCR "disparar" (e alimentar a carga...). Já fiz um "monte" de experiências, modificações e maluquices, porém não consigo fazer o SCR disparar... Sei que esse componente precisa de um pulso* ***positivo*** *no seu terminal de* ***gate****, para o disparo... Será que não existe uma maneira prática (e não muito cara...) de "inverter" o pulso (sua polaridade...) de modo que o SCR "aceite" o comando...? Eu não desejo reformular todo o circuito, porque a "grana" anda "curta" e não dá para ficar - toda hora - comprando mais e mais componentes para experiências mais "radicais"... Tenho, entretanto, uma boa "sucata", um razoável estoque de componentes, resistores, capacitores, de vários valores, bem como alguns transístores de baixa potência... Se os Mestres do ABC me darem uma ajuda técnica nesse problema, ficarei muito grato... Aproveito para mandar um grande abraço a todos da Equipe. Vocês são "demais"... - Edson N. Bartozzi - Campinas - SP*

Veja, Edson, como Você, na condição de "Aluno" aplicado e assíduo, já assimilou o suficiente, em termos de raciocínio, para **intuir** a resposta ao seu problema, mesmo não tendo "percebido" o caminho técnico para solucioná-lo! Todo o "segredo" da "coisa" está num termo que Você usou na sua carta: "INVERTER o pulso"! É só isso que Você precisa fazer! Agora, a questão é "achar **como**"... Nada mais simples... Se recordar as "Aulas" sobre os Transístores bipolares comuns, lembrará que um desses componentes amplificadores, na sua configuração circuital mais simples (**emissor** comum), além de amplificar, **inverte** a polaridade do **sinal** a ele aplicado! É justamente o que queremos, não...? Então observe a fig. A, onde a solução do seu problema passa exatamente pela aplicação de um simples transístor de baixa potência (pode ser um BC558 ou qualquer equivalente...), de polaridade PNP, mais dois resistores de 10K e dois de 1K, arranjados de maneira muito simples, **entre** a entrada do pulso de comando, **negativo**, e o terminal de **gate** do TIC106. Em condição normal, de "espera", estando a Entrada "E" **positiva**, o BC558 permanecerá "cortado", mostrando enorme impedância entre seu **emissor** e seu **coletor**. Dessa maneira, o ponto "P" se manterá "negativado", através do resistor de 1K... Com isso, a rede divisora de Tensão formada pelo resistor de 10K mais o outro de 1K, fará com que o terminal "G" do SCR receba polarização **negativa** (o tirístor NÃO "liga"...). Agora, imagine que o tal pulso **negativo** (do qual Você dispõe...) atinge a Entrada "E". Nesse momento o BC558 recebe polarização "favorável" (via resistor de 10K) e - instantaneamente - "liga", estabelecendo um percurso de baixa Resistência entre seu **emissor** e **coletor**! Com isso, o ponto "P" fica suficientemente **positivo** (quase 11V) para que a rede divisora formada pelos resistores "mostre" uma Tensão nitidamente **positiva** ao terminal de **gate** do TIC106! Este, então, "dispara" (liga), assim ficando mesmo **depois** que tal condição cessa (só podendo ser desligado pelos métodos ilustrados na fig. 15 - pág. 12 - ABC 10...)! Acreditamos que o único BC558 e mais os 4 resistores de valores "super-manjados", devem fazer parte da sua "sucata", com o que o dispêndio será mínimo na adaptação proposta, e que fará - seguramente - o seu circuito funcionar direitinho...

•••••

"Confesso que no início do "Curso" fiquei um pouco decepcionado, pois eu esperava mais montagens práticas e achei que apenas uma ou duas, a cada "Aula" era muito pouco... Depois percebi que eu estava acostumado com o "outro modelo" de Revista, já que sempre acompanhei a APRENDENDO & PRATICANDO ELETRÔNICA, e que ABC não era uma Revista direcionada para o simples Hobbysta, mas sim para quem realmente desejasse aprender alguma coisa básica da Teoria, aplicada à Prática... Atualmente sou "fanático" por ABC, tendo inclusive recomendado a publicação para vários amigos (os que aceitaram o conselho também estão satisfeitos...). Eu "pensava que sabia" muitos aspectos fundamentais da Eletrônica, mas estava enganado... Agora estou ***realmente*** *aprendendo coisas fundamentais, que estão me permitindo, inclusive, criar alguns projetinhos de minha total autoria (e que estão, surpreendentemente, dando certo!). Fico "torcendo" para que uma Revista desse tipo tenha sucesso eterno (demorou tanto para surgir, que nós, Leitores, não merecemos "ficar na mão"...). Uma consulta: montei o ALARME DE BALANÇO/VIBRAÇÃO/ P/CARRO E MOTO, 18ª Montagem Prática, ABC nº 9, que funcionou perfeitamente! Um circuitinho fantástico, sem Integrados, mas de funcionamento complexo e eficiente... Só tem uma coisa: não quero acionar, com a MP-18, a buzina normal do carro, já que pretendo instalar uma buzina exclusiva para o sistema (isso, na minha opinião, aumenta a segurança proporcionada pelo sistema...). Na fig. 9 - pág. 51 - ABC 9, o bonequinho do Integrado está dizendo que nas futuras "Aulas" sobre Integrados será publicada uma boa buzina eletrônica, ótima para trabalhar exclusivamente com a MP-18... Tudo bem, porém vejo aí uma incongruência: se grande parte do valor da idéia básica (MP-18) se deve justamente ao fato de* ***não haver*** *Integrados no circuito (barateando e simplificando o projeto...), não há lógica em se aplicar, no dispositivo sonoro, um circuito* ***com Integrados,*** *mais complexo e mais caro...! O que eu queria, para "casamento" com a MP-18, era uma boa, forte, simples (e barata...) "buzina eletrônica" totalmente baseada em transístores... Já experimentei diversos circuitinhos publicados em revistas e alguns de minha criação, porém todos eles se mostraram abaixo do que eu esperava, em termos de Potência! Sei que não é norma da Seção de Cartas, a publicação de esquemas "sob encomenda", porém, como acredito que a solução do meu problema viria em auxílio também de muitos outros Leitores/"Alunos", apelo à Equipe Técnica e Professores do ABC, no sentido de mostrarem alguma coisa prática, quanto a essa minha solicitação..." - Etevaldo Meireles - Belo Horizonte - MG.*

Bom que Você tenha começado a gostar de ABC "aos poucos", Etevaldo! Todo amor que começa "devagarinho" e vai crescendo lentamente, fica muito mais sólido e "perpétuo" do que paixões desenfreadas, à primeira vista (que costumam "esfriar" com a mesma velocidade em que surgiram...). Agradecemos

BUZINA "EXCLUSIVA"
(FIG.9 - PÁG.51 - ABC9)

também pela divulgação que Você faz de ABC entre os amigos (se todo Leitor/"Aluno" fizer isso, logo, logo, atingiremos uma tiragem de 100.000 exemplares, coisa inédita em todo o Mundo, no que diz respeito a publicações do gênero...!). Quanto à sua "torcida" para que ABC tenha sempre sucesso e "nunca acabe", creia que também é a **nossa** meta! Com a ajuda de fiéis amigos (como Você...) e a participação ativa das dezenas de milhares de Leitores/"Alunos", simplesmente **não há como** ABC "andar pra trás" ou "parar"...! Pra finalizar, vamos à sua consulta/pedido: Você tem razão, Etevaldo, quando acha incoerente aplicar uma buzina eletrônica com circuito complexo, a um dispositivo que traz como "marca" a extrema simplicidade circuital, feito a MP-18! Sob esse ângulo de interpretação, "pisamos na bola"... Pra compensar, mesmo saindo do Regulamento da Seção de Cartas, aí vai (na fig. B) o esqueminha que Você pediu... Simples, poucos componentes (nenhum Integrado), baixo custo e boa Potência, o arranjo é baseado em apenas 3 transístores, sendo um TUJ, um "BD" e um "TIP". Gera um tom contínuo, de frequência situado no centro da faixa de áudio (portanto de boa "penetração" sonora) e sob Potência de 8 a 10W (bastante considerável, dada a simplicidade geral do circuito). Para facilitar as coisas (pra Você e pra Turma...) a figura traz também as aparências e pinagens do "BD" e do "TIP" (quanto a tais detalhes do TUJ e demais componentes, consultem as "Aulas" respectivas, em exemplares anteriores do ABC...). Note que o transdutor (alto-falante especial...), para máximo aproveitamento de Potência, deve apresentar uma impedância de 4 ohms (e não 8, como é **standart**...), ser dotado de uma corneta de projeção (de preferência com proteção contra umidade...) e poder manejar uma Potência nominal de 50W. Quanto à instalação, o diagrama básico é o mesmo mostrado na fig. 9 - pág. 51 - ABC 9, lembrando que o terminal "+A" da buzina eletrônica deve ser ligado à saída "C" na barra de terminais da MP-18, enquanto que o terminal "-A" vai ligado ao **negativo** geral (chassis ou massa do veículo...). Finalmente, lembramos que, embora o circuito deva funcionar (obviamente **se** acoplado à MP-18...) por menos de 1 minuto, e ainda "cortado" à razão de 2 Hz, é sempre bom dotar o transístor de Potência (TIP 2955) de um conveniente dissipador de calor (representado simbolicamente, na fig. B, pelo sobre-círculo tracejado em torno do símbolo básico do componente...), que não precisa, contudo, ser muito grande... ATENÇÃO: quem pretender usar o circuito básico da buzina eletrônica transistorizada em **outras** aplicações, deverá levar em consideração alguns pontos:

- Se o funcionamento previsto for do tipo contínuo, ou por longos períodos, o dissipador de calor do TIP2955 deverá ser proporcionalmente mais "taludo" (se isso não for providenciado, o transístor pode "torrar"...).
- A alimentação, no caso de ser "puxada" de fonte ligada à C.A., deverá situar-se em 12V CC, sob uma Corrente "disponível" de pelo menos 3A (fontes menos potentes farão com que o circuito gere um som fraco e "rouco"...).

"Adquiri, a baixo preço - numa oferta - várias lampadinhas incandescentes (o vidro é verde...) que pensei serem para 12V, porém depois, observando com cuidado, li uma minúscula inscrição lateral indicando que as tais lampadinhas eram para 9V... Como preciso acendê-las sob 12V, numa montagem que estou realizando, presumo que devo usar um Resistor, em série, para reduzir a voltagem... Não consegui, nas "Aulas" do ABC, achar o método de cálculo utilizado para chegar ao valor desse Resistor... Será que Vocês, de ABC, não poderiam me ajudar nesse problema...?" - Ângelo Ribeiro da Silva - Ribeirão Preto - SP

A "saída" que Você imaginou para o problema, Ângelo, é apenas **uma** das possibilidades! Na verdade, todos os cálculos que Você precisa **estão** nas "Aulas" do ABC, principalmente na

primeira, onde as fórmulas principais e "derivadas" da Lei de Ohm foram mostradas, exemplificadas e demonstradas! No entanto, com o **único** parâmetro que Você nos deu, a **Tensão** de trabalho (9V) das lampadinhas, não é possível chegar-se ao valor do Resistor/série com exatidão! Precisaríamos de **mais um** dado: ou a **Corrente** consumida pelas lâmpadas, ou **Resistência**... Com qualquer desses parâmetros, mais a Tensão, seria fácil chegar ao valor de "Rx" (ver fig. D-1). Propomos, então uma solução mais "inteligente" e - ao mesmo tempo - mais segura: coloque, em série com uma (ou mais...) das tais lampadinhas, simplesmente **quatro** diodos 1N4001, "enfileirados" (atenção à **polaridade** - ver fig. D-2...). Conforme aprendemos na "Aula" dedicada aos diodos (ABC nº 3), cada um deles "derrubará" aproximadamente 0,7V de Tensão total, graças ao seu inerente "degrau de voltagem"... A soma das quedas corresponderá a aproximadamente os 3V que Você precisa "esconder", produzindo, no final, os 9V "desejados" pela(s) lâmpada(s). Note que suas lâmpadinhas, provavelmente precisarão de uma Corrente máxima de 200mA (cada), com o que até 5 delas poderão ser alimentadas (lâmpadas em paralelo...) pelo arranjo básico mostrado na fig. D-2...

"Queria comunicar um erro, no esquema da MP-16 (EFEITO CARRO DE BOMBEIROS - ABC nº 8), que mostra o símbolo do transístor BC558 (que é PNP) como se fosse NPN..." - Aparecido T. Reis Venturino - Porto Ferreira - SP

"Na mosca, Cido! Realmente nosso desenhista "dançou" nessa, e aplicou o símbolo "invertido" no citado esquema! Estamos mostrando novamente a fig. 1 - pág. 50 - ABC nº 8, já com a devida correção (indicada pela setinha), e pedimos à Turma que retifiquem seus exemplares/"Aula" para que suas coleções fiquem certinhas... Aproveitamos para pedir desculpas a todos, pelo lapso (que é o único, naquela MP - tudo o mais está "nos conformes"...), agradecendo ao Aparecido pela sua atenção e senso participativo (nós temos os melhores Leitores do Mundo - sem "confete" - que ajudam a gente a fazer a Revista, cada vez melhor...!). A propósito, como castigo, trancamos nosso desenhista num quarto escuro, por três dias, junto com o QUEIMADINHO (não sabemos o que aconteceu lá dentro, mas faz um mês que o desenhista nem olha na nossa cara...).

O "LADO DE FORA" DOS CIRCUITOS INTEGRADOS - SUAS APARÊNCIAS, PINAGENS, DISPOSIÇÃO E "NUMERAÇÃO DAS PERNAS"... OS "MODELOS" MAIS COMUNS (E TAMBÉM OS "MENOS" COMUNS...) - A CONSTRUÇÃO (FÁCIL E BARATA) DE UMA VERDADEIRA "MESA DE PROJETOS" QUE SIMPLIFICARÁ MUITO AS PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS E MONTAGENS PRÁTICAS COM INTEGRADOS!

Aqui no ABC, cada vez que um **novo** componente (ou "família" de componente...) é estudado, logo na primeira "Aula" sobre o tema costumamos dar também informações puramente "visuais" (além do inevitável embasamento Teórico...) que - na prática - são tão importantes quanto os "cálculos" e outros aprofundamentos técnicos... Isso foi feito com RESISTORES, CAPACITORES, DIODOS, LEDs, TRANSÍSTORES, SCRs, TRIACs, DIACs, ZENERs, RELÊS, GALVANÔMETROS, etc. e etc. As razões dessa ênfase são mais do que óbvias: de pouco adianta ao "Aluno" saber o que é o componente, o que faz, seus parâmetros, limites, aplicações e circuitagens típicas, se NÃO CONHECE A "CARA" E AS "PERNAS" DO DITO CUJO! Se tudo for aqui explicado na base da Teoria e Símbolos, muitos "dançarão" na hora do "bem bom", no momento de lidar fisicamente e "pessoalmente" com as peças!

Observem que, se essa proposição era válida com os componentes "discretos", vistos até agora, ao atingirmos o estágio correspondente aos fantásticos Integrados, mais ainda a "coisa" ("Aulas visuais"...) torna-se necessária...! Como "lá dentro" dos Integrados temos inteiros blocos circuitais, às vêzes capazes de realizar **mais de uma** função complexa, é - na prática - inevitável que tais "super-componentes" apresentem "um monte" de pinos (ou "pernas", como às vêzes chamamos aqui...). Só para exemplificar, dificilmente um Integrado poderia (salvo algumas poucas exceções...) ter menos do que meia dúzia de "pernas", se considerarmos que - como um "bloco circuital", precisa dos seguintes acessos:

- Um pino para o **positivo** da alimentação.
- Um pino para o **negativo** da alimentação.
- Um pino para a "Entrada" de sinais a serem "trabalhados".
- Um pino para a "Saída" dos sinais já "manipulados".
- Um (ou mais...) pino para "controle" das ações internas do C.I.
- Um (ou mais...) pino para anexação de componentes externos "discretos", destinados à polarização, determinação de frequências, etc.

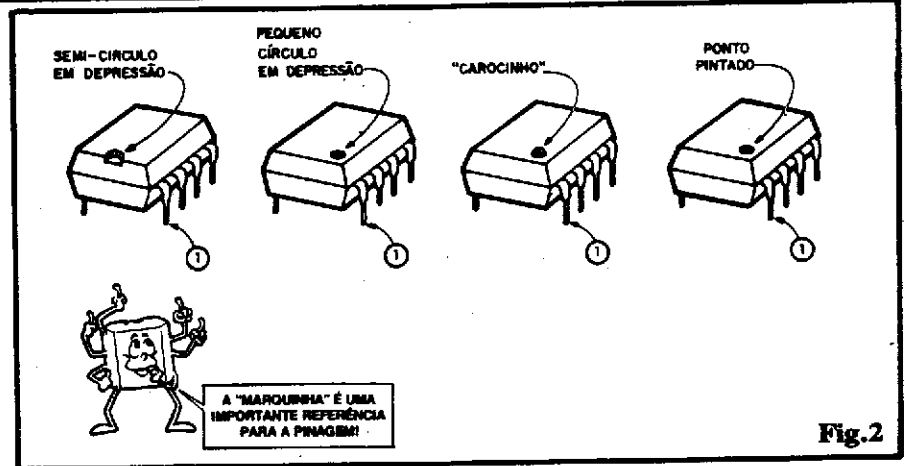
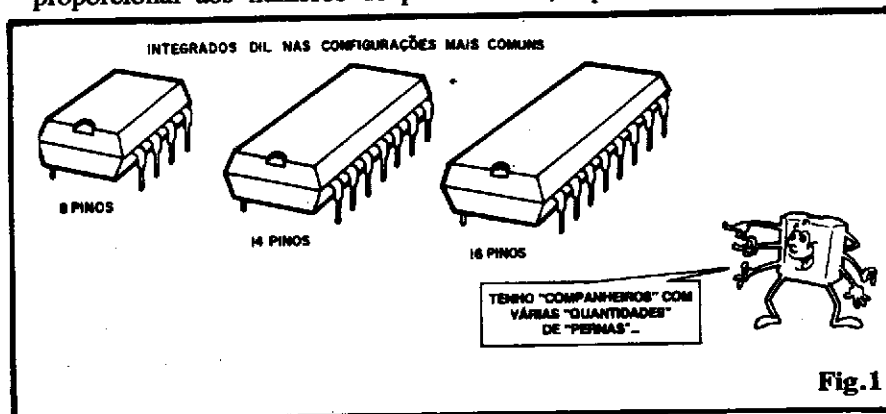
Assim, dentro de certas **normas**, os fabricantes conseguiram (mais ou menos...) **padronizar** as aparências, posições, quantidades, etc. das "pernas" dos Integrados, de modo a facilitar a vida dos projetistas, notadamente dos **leiautistas** de Circuitos Impressos (que, literalmente, morreriam louquinhos se assim não fosse...).

Para simplificar ao máximo as "coisas", costumamos (e mesmo em Manuais Técnicos bem completos e avançados...) simplesmente denominar os pinos dos Integrados pelos seus **NÚMEROS** ("pino 1, pino 9, pino 14", etc.), pelo menos nos diagramas (esquemas) de circuitos... É verdade que, nas eventuais explicações técnicas e detalhamentos do funcionamento, frequentemente as FUNÇÕES dos pinos são também indicadas... Ao longo das correntes "Aulas" do ABC, sempre que isso for IMPORTANTE para a perfeita assimilação do Leitor/"Aluno", serão mostradas as "tripas" dos Integrados, na forma de **blocos de função** (muito raramente com detalhes a ponto de "aparecerem" os "componentes discretos" que estão "lá dentro"...), porém, de forma geral, **apenas os números dos pinos** serão indicados!

Então, a grosso modo, para usar, na prática, os Integrados, o que o Leitor/"Aluno" **precisa** saber (pelo menos no momento de implementar a montagem...) é QUAL O NÚMERO de cada "perna" do "bichinho"! Assim, nesta primeira parte do presente TRUQUES & DICAS, veremos justamente **como** os pinos dos Integrados, em seus "modelos" ou aparências mais comuns, são "contados" ou "numerados", para queimar as dúvidas, logo "de cara" (aprofundamentos quanto às **funções** específicas dos

Fig.2

pinos apenas serão possíveis com as consultas inevitáveis aos Manuais, a partir do **código** identificatório do componente/fabricante, etc. - veremos detalhes no decorrer da presente "Aula", e também das próximas...).

- **FIG. 1** - A "embalagem" mais comum dos Integrados e a sua disposição de pinagem - O "jeitão" universalmente adotado pelos fabricantes, para a imensa maioria dos Integrados de baixa Potência, é a "embalagem" com pinagem DIL... Essa codificação (DIL) vem das iniciais da expressão em inglês **dual in line** ("em linha dupla"...) e se refere, diretamente, à própria disposição ou organização externa dos pinos ou "pernas" do componente! Em termos mais diretos, os Integrados com encapsulamento/pinagem DIL mostram sempre um número **par** de pinos, dispostos em duas linhas ou filas, paralelas, "saindo" das laterais da peça... Um ponto IMPORTANTE (principalmente para a criação dos **lay outs** específicos de Circuito Impresso...) é notar que tanto a DISTÂNCIA **entre** as linhas de pinos, quanto o AFASTAMENTO pino-a-pino, apresentam medidas **padronizadas**, sempre baseadas em **décimos de polegada** ou seus múltiplos, não importando QUANTAS "pernas" o componente tenha! Na fig. 1 mostramos as aparências externas dos Integrados DIL mais comuns, respectivamente dotados de 8, 14 e 16 "pernas". A largura dos componentes é uniforme, porém seu comprimento é - obviamente - proporcional aos números de pinos... Em qualquer dos casos/exemplos, a "separação" entre as duas linhas de pinos mede 7,62 mm (3 décimos de polegada), enquanto que a distância entre dois pinos adjacentes, da mesma linha, mede 2,54 mm (1 décimo de polegada). Existem, sim, Integrados com **outras** quantidades de pinos, outras "formas" ou disposições de "pernas", porém são menos "comuns" do que os modelos mostrados na figura (falaremos sobre eles, mais adiante...).

- **FIG. 2** - O "jeitão" geral dos Integrados mais comuns é sempre assim, simétrico, com a mesma quantidade de "pernas" em cada lado da "centopéia"... Conforme dissémos anteriormente, a identificação dos pinos deve ser feita pelo seu NÚMERO ou "CONTAGEM"... Até aí, tudo bem... Mas "por onde começamos" a contagem ou numeração das "pernas"...? Já que a peça é - normalmente - simétrica, torna-se necessária uma MARCA ou "ponto de partida" que nos permita dizer: "- ESTE é o pino nº 1" e, a partir daí, numerar os demais... A fig. 2 mostra, então, alguns dos códigos mais comuns, adotados pelos fabricantes, de modo a indicar "por onde" devemos começar a contagem. O "truque" todo consiste na aplicação industrial de uma MARCA numa das extremidades do "corpo" do Integrado... Essa marca assume, geralmente, uma das quatro formas ou sistemas mostrados na figura: ou um pequeno chanfro ou depressão, em semi-círculo, ou um pequeno círculo em depressão, ou um "carocinho" (pequeno ponto em ressalto) ou ainda um mero ponto pintado sobre o corpo do componente, junto a uma das extremidades... A figura mostra, também, a posição relativa do famigerado "PINO 1", em função dos diversos sistemas de marcação adotados... As normas indicadas são as mais comuns, porém existem ainda outros métodos de marcação, todos eles, porém, de interpretação mais do que óbvia: indicando claramente qual a extremidade da peça que deve ser usada como referência para a numeração geral dos pinos...

- **FIG. 3** - Muito bem... Já descobrimos como identificar, sem erro, o PINO nº 1 de qualquer Integrado com encapsulamento convencional, pinagem DIL... Mas, como deve ser feita a sequência da numeração, e "por onde ela continua", quando chegarmos ao fim da primeira linha de contagem...? A fig. 3 dá os detalhes: novamente mostrando os Integrados DIL com quantidades mais comuns de pinos (8, 14 e 16 "pernas"...),

INTEGRADOS DIL NAS CONFIGURAÇÕES MAIS COMUNS
8 PINOS
14 PINOS
16 PINOS
TENHO "COMPANHEIROS" COM VÁRIAS "QUANTIDADES" DE "PERNAS"...

Fig.1

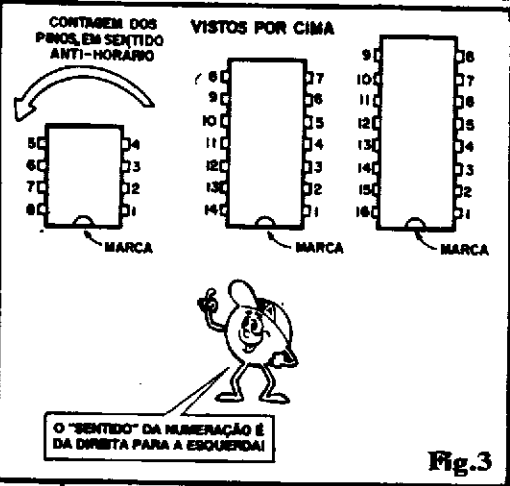



Fig.3

vistos **POR CIMA** (isso é **importante...**). Observem os Leitores/"Alunos" que a contagem é feita sempre no sentido **anti-horário** (contrário ao movimento dos ponteiros num relógio analógico convencional...). Assim, a contagem "vai" por uma linha de pinos, e "volta" pela outra... Notem, nos três exemplos, a posição relativa da marca (ver fig. anterior) e levem em conta que as peças devem ser, sempre, observadas **por cima** durante essa numeração.

●●●●●

Realmente, o "mundo" dos Integrados é imenso e assim inevitavelmente, mais cedo ou mais tarde, o Leitor/"Aluno" irá se deparar com peças apresentando uma quantidade **enorme** de pinos! Não se espantem quando "pintarem" Integrados com 18 pinos (9 de cada lado), 24 pinos (12 em cada linha), 48 "pernas" (24 em cada lado), etc. Os Leitores/"Alunos" notarão, nesses casos, que eventualmente a própria distância ou afastamento **entre as linhas** de pinos será maior do que os 3 décimos de polegada convencionais, porém **sempre** será parametrada em **décimos de polegada** (6 décimos, 8 décimos, etc.). Na esmagadora maioria dos casos, contudo, o afastamento inter-pinos continuará a manter o 1/10 de polegada padronizado...

●●●●●

- FIG. 4 - Outros encapsulamentos e/ou disposição de "pernas"... - Dependendo de conveniências específicas quanto à própria "leiautagem" dos Circuitos Impressos, eventualmente os fabricantes são "forçados" a distribuir as "pernas" dos Integrados em outras posições ou alinhamentos, que não as adotadas no DIL convencional! Nos seus vários itens, a fig. 4 mostra alguma das disposições mais comuns (entre as "incomuns"...), e que "saem" fora do arranjo DIL... Vejamos:

- **FIG. 4-A** - Nessa disposição, meio "maluca" à primeira vista, as pernas são dispostas em linha quádrupla, por isso chamada de QIL, ou **quad in line**. Notem que, alternadamente, os pinos são "sobrados" mais perto ou mais longo do "corpo" do componente. A figura mostra (já que a disposição é razoavelmente complexa...) a "coisa" sob três ângulos diferentes: a aparência geral da peça, em perspectiva, o Integrado visto por cima e, finalmente, em corte transversal, para que fique bem claro ao Leitor/"Aluno" o arranjo real. Observem, contudo, que tanto a adoção da marca, como o posicionamento do **pino** 1 e a numeração geral em sentido anti-horário, permanecem idênticas às do DIL convencional...

- **FIG. 4-B** - Outro "modelo" com pinagem **quad in line**, porém ago-

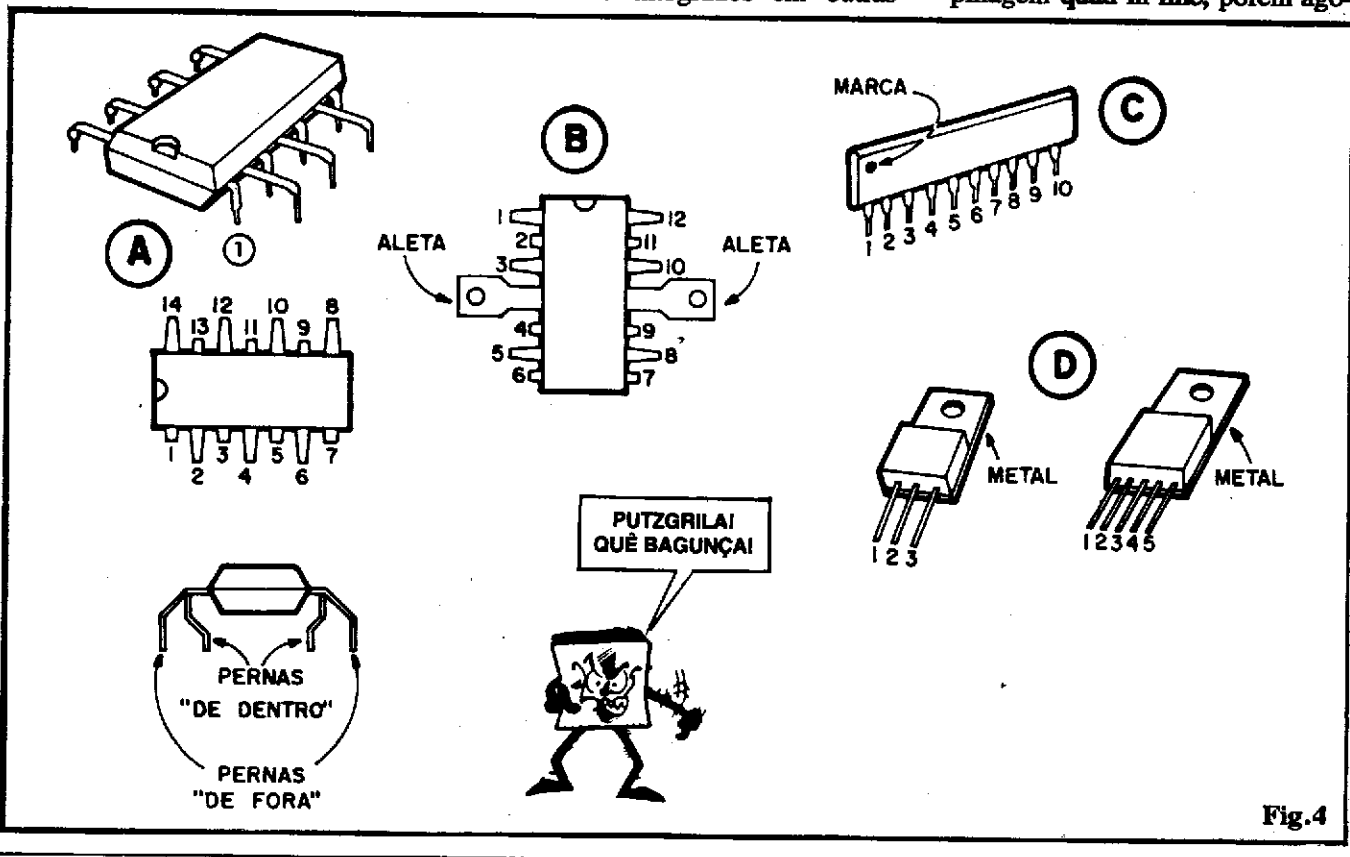



Fig.4

ra dotado de aletas laterais, metálicas, destinadas à fixação de dissipadores de calor... Observem, inicialmente, que tanto no modelo mostrado em 4-A, quanto em 4-B, a principal **razão** da linha quádrupla de pinos é permitir um maior afastamento da respectivas "ilhas" de conexão no Circuito Impresso, de modo que trilhas ou pistas mais largas possam ser a tais "ilhas" acopladas. Conforme já sabe o Leitor/"Aluno", a espessura das trilhas do Circuito Impresso deve ser diretamente proporcional às Correntes que por elas circularão... Os "modelos" de Integrados mostrados nas citadas figuras referem-se, normalmente, a componentes de boa Potência (amplificadores de áudio, quase sempre...)e que assim, devido às Correntes mais "consideráveis" a manejar, exigem trilhas mais grossas, consequentemente "ilhas" mais afastadas e... "pernas" mais "abertas"... Quando, porém, as condições normais de trabalho do Integrado incluem o manejo de Correntes realmente "bravas", essas providências não são suficientes, já que devem ser adotados métodos efetivos para "escoar" ou dissipar o calor gerado no componente (pela alta dissipação de Potência...). Essa dissipação tem que ser feita por radiadores metálicos externos. As aletas vistas na fig. 4-B, com furos, servem justamente para a conexão mecânica e térmica dos radiadores, via porcas/parafusos, etc. Algumas observações importantes a respeito das aletas de acoplamento aos dissipadores externos:

- Elas podem ser fixadas a radiadores de alumínio, convencionais ou específicos, em método idêntico ao utilizado nos transístores de potência. Outra solução muito usada, para a dissipação térmica, é acoplar-se as aletas à própria caixa que abriga o circuito como um todo, desde que esta seja metálica.
- Em alguns casos, tais aletas são simplesmente soldadas a grandes áreas cobreadas, dispostas no próprio **lay out** do Circuito Impresso (no caso, um **dupla face**, já que os pinos são soldados "por baixo" e as aletas "por cima" da placa...). Tais grandes áreas cobreadas perfazem o trabalho de dissipação do calor gerado nas "entranhas" do Integrado...
- Na grande maioria dos casos, essas aletas de dissipação estão eletricamente ligadas, "por dentro" do Integrado, ao pino correspondente ao **negativo** da alimentação, quase sempre "interpretado" como sendo o "terra" geral do circuito.
- Notem a diferença na "alternância" das "pernas abertas ou fechadas", nos modelos com pinagem QIL simples (fig. 4-A) e com aletas (fig. 4-B). Enquanto no primeiro "modelo", pinos **opostos** costumam estar em diferentes afastamentos com relação ao corpo da peça, no segundo os pinos opostos guardam o **mesmo** afastamento relativo ao corpo (laterais) do Integrado... Parece uma informaçãozinha "boba", mas é muito importante para a perfeita disposição das respectivas "ilhas" e furos num eventual Circuito Impresso!

- **FIG. 4-C** - Tem também os Integrados com pinagem em **linha simples** (SIL, ou **single in line**), que apresentam o "jeitão" mostrado na figura... Nesse caso, com apenas uma "fileira" de "pernas", a contagem fica obviamente mais simples e direta, existindo sempre uma pequena marca - simbolizando o "ponto de partida" para a devida numeração dos pinos... Alguns Integrados pré-amplificadores, e mesmo alguns amplificadores de certa potência, para áudio, apresentam a configuração mostrada. Uma variante do modelo ilustrado apresenta uma grande lapela metálica, disposta ao longo de toda a peça, sobressaindo da sua borda superior, de modo a permitir a fixação (existem, na tal lapela, furos específicos para isso...) de dissipadores metálicos (radiadores de alumínio, etc.). Também nesse último caso, é frequente que tal lapela metálica seja eletricamente ligada, "por dentro" da peça, ao pino correspondente ao **negativo** da alimentação (geralmente correspondendo ao "terra" do sinal e do circuito...).

- **FIG. 4-D** - Todos os "modelos" de Integrados até agora mostrados eram distintamente "diferentes", em forma e aparência, dos convencionais transístores "discretos" já estudados e vistos no ABC... Tem, porém, algumas "famílias" de Integrados, de alta Potência, cujas "embalagens" são extremamente parecidas com os encapsulamentos de Transístores (... de Potência)! Nos dois casos/exemplos ilustrados, o "corpo" do Integrado é absolutamente idêntico ao de um transístor da série "TIP" (ou mesmo a um SCR ou TRIAC de Potência...). Notem - inclusive - que num dos exemplos, as três únicas "pernas" do componente induzem a uma semelhança **absoluta** com um transístor de Potência! Essa configuração é costumeiramente adotada para Integrados com função específica de **Reguladores de Voltagem** (veremos suas aplicações em futuras "Aulas"...). Existe ainda a variante (também mostrada na figura) com 5 pinos (mas mantendo o "corpo" muito semelhante a um transístor grande...). Em qualquer dos casos, o importante é **não confundir as** "coisas" (NÃO se trata de um transístor, mas sim de um Circuito Integrado, com "entranhas" bastante complexas e funções muito específicas...). Os pinos devem ser "conetados" ou numerados olhando-se a peça com as "pernas" para baixo, pelo lado **não metalizado**, da esquerda para a direita, conforme bem ilustra a figura... De novo, a lapela metálica costumeiramente faz contato elétrico direto e interno com o pino correspondente ao **negativo** ou "**terra**". Considerem essa condição quando da anexação de radiadores metálicos externos que **não devem** (e isso vale para **todos** os modelos de Integrados já mostrados, que tenham excrescências metálicas externas...) jamais tocar em pontos outros do circuito de utilização, sob pena de promover "curtos" periogosos e

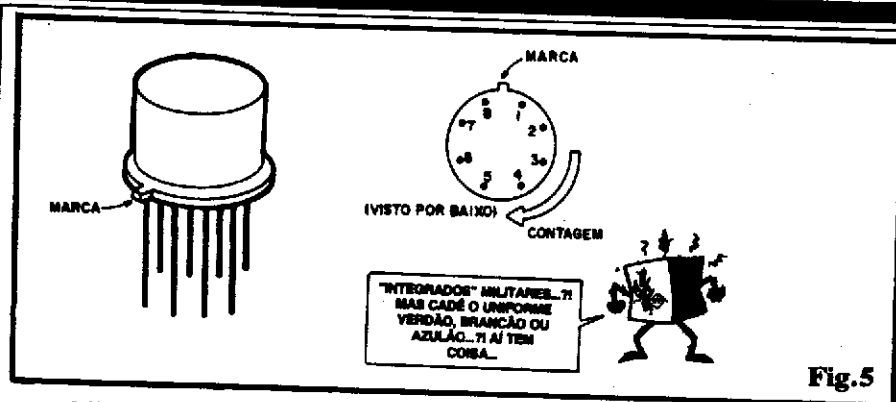



Fig.5

até "fatais" para a própria peça...

- FIG. 5 - Integrados especiais, blindados ou "para especificações militares" - A maioria dos Integrados à disposição dos Leitores/"Alunos" nas Lojas, tem seu encapsulamento feito de resina de **epoxy** (plástico, enfim...) ou - no máximo - de compostos cerâmicos... Entretanto, existem também (e podem "pintar" na mão do caro Leitor, através de alguma "sucata", por exemplo...) Integrados com encapsulamentos totalmente metálico, que são industrializados para aplicações muito específicas, para serem usados sob condições muito rigorosas e/ou em situações, ambientes ou circunstâncias adversas (altas temperaturas, radiação, etc.). Componentes feitos para "aplicações militares", computadores de bordo de aviões ou tanques de guerra, placas eletrônicas inseridas em mísseis, veículos espaciais e outras "coisinhas" do gênero, **podem** apresentar-se com a "cara" mostrada na figura: um corpo cilíndrico, metálico, com os terminais dispostos em linha circular, na sua base... No caso, a contagem dos pinos é costumeiramente referenciada por uma pequena marca ou "orelha" que sobressai da base do componente... Com a peça vista **por baixo**, os pinos devem ser numerados, agora em sentido **horário**, a partir do mais próximo da referida marca... A quantidade de "pernas", normalmente, fica entre 8 e 12, já que os corpos metálicos são pequenos, do tamanho de um transístor de média potência com encapsulamento metálico...

•••••

CONSTRUINDO UMA "MESA DE PROJETOS" PARA MONTAGENS COM INTEGRADOS

No TRUQUES & DICAS da "Aula" nº 9 do ABC ensinamos aos Leitores/"Alunos" a construção simples de um útil "proto board" (mesa de projetos e experiências) que permitia, a baixo custo, a realização fácil de montagens experimentais **sem solda**, de circuitos baseados em componentes discretos (transístores, resistores, capacitores, diodos, LEDs, etc.) Tratava-se de uma nítida improvisação, no sentido de "fugir" do alto custo relativo de uma "matriz de contatos" comercial... Para as necessidades funcionais daquele estágio do nosso "Curso" (e mesmo, ainda agora, nas montagens com componentes "discretos" apenas...), aquela "mesa de projetos" era bastante... Entretanto, agora que "aterrissamos" no "País dos Integrados", a situação se complica, devido às especiais características desses "super-componentes": Integrados apresentam **muitas** "pernas", elas são **muito curtas** e **muito juntinhas** umas das outras...

Na prática, não há saída: para montagens **definitivas** com Integrados, **temos** que recorrer aos Circuitos Impressos, de preferência **específicos** (embora uma ou outra montagem, eventualmente centrada em apenas **um** Integrado, possa até ser implementada sobre uma plaquinha padronizada de Impresso, comprada pronta...).

Entretanto, como fica a "coisa" enquanto estivermos fazendo simples EXPERIÊNCIAS, onde a condição "sem solda" das conexões é quase que obrigatória, por uma série de motivos...? Para quem "tá vazando grana" (devem ser muito poucos...) a solução é simples: adquirir um "Proto Board" (marca registrada de fabricante) ou uma "matriz de contatos", que não passa de uma mesa específica, dotada de um "monte" de furinhos internamente metalizados e interligados segundo padrões pré-estabelecidos... Os componentes (Integrados, mas também os discretos...) têm seus pinos simplesmente inseridos nos tais furinhos, com o que o padrão interno de conexões estabelece automaticamente as ligações capazes de "formar" o circuito em prototipagem ou experiência! Realizada e verificada a montagem, tudo pode ser muito rapidamente desmontado, bastando "puxar" os componentes, Integrados, etc., que assim podem ser reaproveitados dezenas e dezenas de vezes! Só tem um "pequeno" detalhe: custa cara "pra cacête"! É verdade que, mais cedo ou mais tarde, todo interessado em Eletrônica, principalmente se aspirar a posição de projetista ou técnico avançado, **terá** que munir-se de um dispositivo do gênero... Mas, por enquanto, vamos "dar um

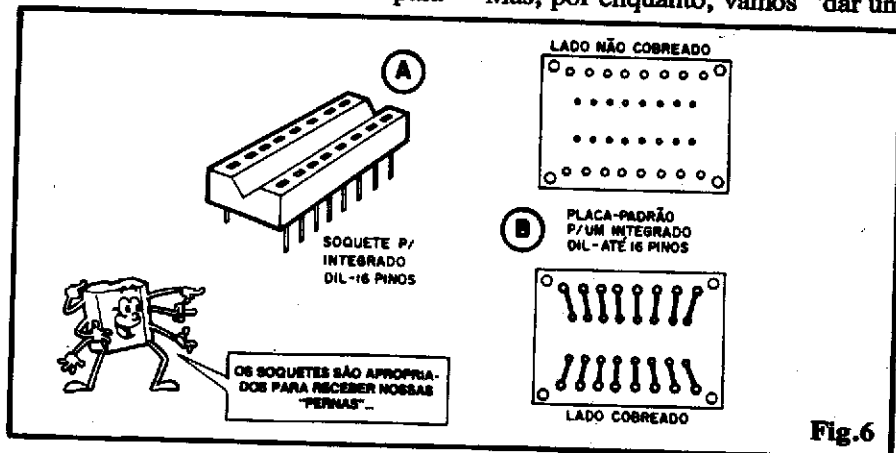



Fig.6

tempo", e aliviar os bolsos da turma (no bom sentido), construindo uma "mesa de projetos", tipo "sem solda", feita totalmente com materiais de baixo custo e que "quebrará imensos galhos" na atual fase do nosso "Curso"!

No presente TRUQUES & DICAS ensinaremos **apenas** a construção da "mesa"... Em oportunidades imediatamente futuras, mostraremos a sua utilização prática, embora os Leitores/"Alunos" mais "sabidinhos" e com boa dose de raciocínio, imediatamente sejam capazes de intuir o seu uso...

•••••

- **FIG. 6** - Para a realização da nossa "MESA DE PROJETOS", o Leitor/"Aluno" necessitará apenas do seguinte:

- 2 - Soquetes para Circuito Integrado DIL de 16 pinos
- 2 - Placas padronizadas de Circuito Impresso (adquiridas prontas) para Integrados DIL de 16 pinos (UM integrado, cada placa...).
- 6 - Pedaços de barra de conetores parafusáveis tipo "Sindal", sendo 4 com 8 segmentos cada, e 2 com 6 segmentos cada.
- 1 - Base de madeira, medindo aproximadamente 10 x 20 cm. (espessura em torno de 1 cm.).
- - Fio isolado (cabinho) para as conexões internas da "mesa" (cerca de 2 m. devem dar...).
- - Parafusos tipo auto-atarrachante (rosca "soberba"), nas medidas 3/32" e/ou 1/8", para fixações.
- 4 - Pés de borracha para o conjunto.

Na figura 6-A vemos, em detalhes, o tal "soquete" para Integrados DIL de 16 pinos, com seu corpo retangular, no topo do qual duas linhas de "furinhos" metalizados estão dispostas de modo a receber a inserção direta dos pinos do Integrado (notem que lá "cabem" Integrados de 8 pinos, 14 pinos ou 16 pinos...). Alinhados com os furinhos do topo, na base da peça existem duas linhas totalizando 16 pinos (8 de cada lado), dispostos nas mesmas exatas posições e afastamento em que se encontram os pinos de um Integrado "mesmo". Na sua utilização normal, tal peça é soldada (pelos pinos) a uma placa de Circuito Impresso específica, de modo a "receber" (nos seus furinhos) os pinos do Integrado, que assim fica - ao circuito - ligado "sem solda", podendo ser removido, re-inserido, etc., com relativa facilidade. Em termos práticos: além de facilitar a eventual manutenção do circuito, o soquete previne o super-aquecimento danoso aos terminais "diretos" do Integrado durante a eventual soldagem dos contatos (quem "aguenta o calor" são as "pernas" **do soquete**, não do Integrado!) Já na fig. 6-B vemos a tal plaquinha padronizada de Circuito Impresso, para UM Integrado DIL de 16 pinos (visões pelo lado não cobreado e cobreado, respectivamente...). Essa plaquinha é vendida pronta, a baixo preço, nas boas Lojas de componentes e já costuma vir dotada de furos (nos cantos) para fixação (além, obviamente, dos furos correspondentes às "ilhas" destinadas à recepção e soldagem dos terminais do Integrado ou soquete e de suas ligações externas...). Notem que - como primeira providência, tanto as áreas cobreadas das duas plaquinhas, quanto os terminais (pinos) dos dois soquetes devem ser rigorosamente limpos, usando-se "Bom Bril" (no caso das pistas da placa) e uma lâmina para "raspagem" (no caso dos pinos do soquete). Além disso, nessa fase da

Fig.7

construção da "mesa", o Leitor/"Aluno" precisará de um ferro de soldar de ponta fina (20 ou 30W, no máximo) e solda fina, de baixo ponto de fusão (60/40 ou 63/37).

- **FIG. 7** - Cada soquete/plaquinha padronizada constitui um conjunto, que deve ser implementado da maneira mostrada: inserem-se os pinos do soquete nos furinhos correspondentes da placa (as linhas paralelas **centrais** de furos...), até que a base do corpo do soquete repouse firmemente sobre a superfície da placa e - pelo lado cobreado - soldam-se todos os pontos, com muito cuidado... Notem que, daqui pra frente, começa o verdadeiro "aperto" nas operações de soldagens, já que terminais de Integrados são muito juntinhos, exigindo "mão firme", solda apenas suficiente (mas nunca "faltando"...) e especial cuidado para que não aconteçam "corrimentos" ou "emendas" indevidas de solda, quanto a ilhas adjacentes... É absolutamente imprescindível a utilização de ferro com a ponta bem fina, caso contrário a operação beira o impossível... Por enquanto as linhas de furos periféricos (próximos às bordas das plaquinhas...) ainda não são utilizadas (se-lo-ão na próxima etapa...).

- **FIG. 8** - Trinta e dois pedacinhos do cabinho isolado, cada um com aproximadamente 5 cm., devem ser então cortados, removendo-se o isolamento nas duas pontas (por aproximadamente 5 mm...). Cada uma das duas plaquinhas deve,

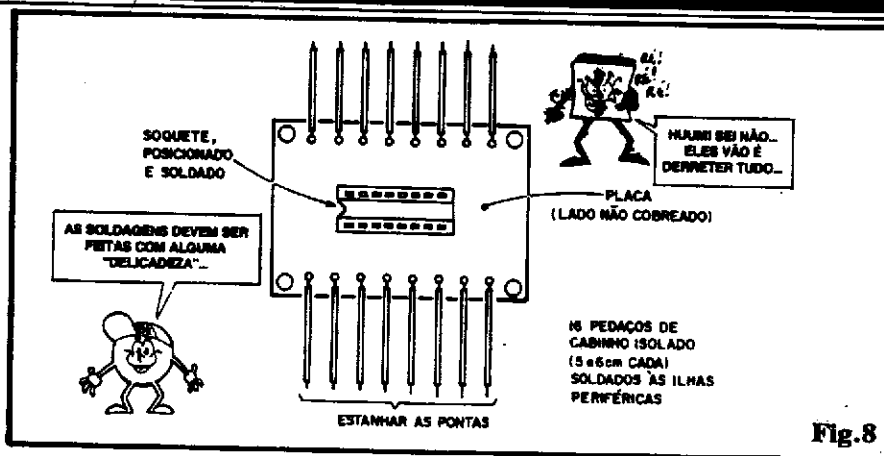



Fig.8

então, receber 16 fiozinhos (8 de cada lado) nos seus furos periféricos, com tais condutores em seguida sendo soldados (pelo lado cobreado, naturalmente...) sob os **mesmos** cuidados já recomendados no item anterior... Convém torcer e estanhar as pontas livres de isolamento de todos os 16 cabinhos acoplados a cada placa, dando maior solidez aos condutores... Essa estanhagem é feita simplesmente aplicando-se a solda fundida (pela ponta do ferro, aquecida...) aos pedacinhos desencapados dos condutores metálicos, até que fiquem rígidos e "prateados", bem brilhantes e recobertos (sem exageros...) pela solda...

- FIG. 9 - A estrutura final da "mesa"... - Os pedaços de barra de conetores tipo "Sindal" devem (todos os 6...) serem cortados de barras "inteiras" (que costumam apresentar 12 segmentos...), de modo a formar 4 conjuntos de 8 segmentos cada, e 2 de 6 segmentos cada. Placas e conetores "Sindal" devem então ser fixados, por parafusos, à base de madeira, conforme mostra a figura. As pontas "livres" dos cabinhos provenientes das duas placas/soquetes (ver fig. 8) devem ser ligados aos respectivos segmentos das barras "Sindal" (quem não "lembrar", deve consultar as várias "Aulas" anteriores, notadamente as primeiras do "Curso", onde tais técnicas de conexão foram exaustivamente detalhadas...). Observem que, no final, cada barra de 8 segmentos corresponderá, eletricamente, à própria "linha" de furinhos do respectivo soquete centrado na placa anexa (isso nos dois lados de cada conjunto placa/soquete). As duas barras com 6 segmentos servirão para ligações de Alimentação, Entrada e Saída de Sinal, Controles, etc. As conexões circuitais que devam ser feitas ao(s) Integrado(s) serão, por sua vez, implementadas aos próprios segmentos das barras "Sindal" correspondentes... Devido ao bom "calibre" do miolo metálico de cada segmento da barra, componentes, fios, terminais, pinos os mais diversos (mesmo **mais de um** por segmento...) poderão ser facilmente ligados, externamente, sendo a fixação mecânica e a conexão elétrica providenciadas por (suave...) "aperto" nos correspondentes parafusos... Os Integrados, propriamente, serão simplesmente inseridos nos soquetes, de acordo com as necessidades e a conformação circuital pré-esquematizada!

●●●●●

Não devem ser necessárias explicações muito "profundas", já que a "coisa", em si, é "auto-explicante"... Como os dois soquetes utilizados têm 16 contatos cada, fica óbvio que até dois Integrados de 16 pinos cada podem ser eletricamente ligados à "mesa"... Isso não impede, contudo, que os soquetes recebam Integrados com **menos** "pernas"! Se o(s) componente(s) tiver(em) apenas 14 ou apenas 8 pinos, tudo bem! Basta "enfiá-los"

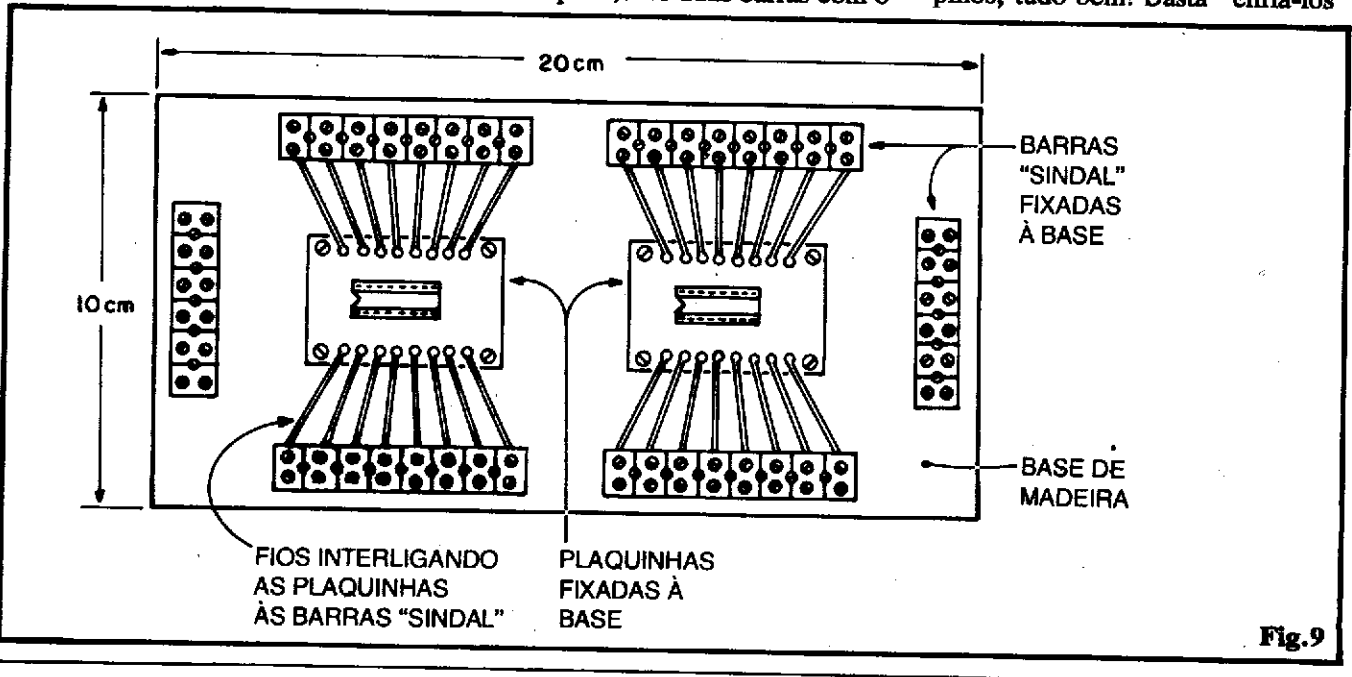



Fig.9

nos soquetes, ficando obviamente sobrando furos/contatos (que poderão, inclusive, ser usados para outras conexões, sem problemas...). Integrados de 8 pinos podem até ser colocados em maior quantidade, já que cada soquete comportará até dois deles...!

Pela própria disposição geral da "mesa", toda a identificação de pinos/conexões é feita "no visual", sendo muito fácil contar-se ou numerar-se os contatos das barras periféricas em função da quantidade de pinos do(s) Integrado(s) inserido(s) e - obviamente - da "posição" que o(s) Integrado(s) ocupar(em), quando tiver(em) menos de 16 pinos, dentro do(s) soquete(s).

Em várias das primeiras montagens experimentais e comprobatórias com Integrados, a "mesa" bastará"... No caso de circuitos bem "híbridos" (que além de um ou dois Integrados, usem vários componentes discretos...) será fácil e conveniente o "casamento" da "mesa para Integrados" com a "mesa para discretos" (esta mostrada no TRUQUES & DICAS de ABC nº 9...).

O Leitor/"Aluno" de "boa cabeça" não encontrará muitas dificuldades em "casar", de forma definitiva e total, as duas "mesas" (ABC nº 9 e ABC nº 14) numa única e mais ampla "super-mesa de projetos", reunindo fisicamente as duas idéias e distribuições relativas de contatos/barras, etc. sobre uma tábua de convenientes dimensões! A "coisa" pode até ficar um "trambolhinho", mas com a intenção não é - seguramente - "economizar" no tamanho, mas sim simplificar as conexões provisórias, num sistema "sem solda" que permita o máximo de flexibilidade e reaproveitamento, a idéia VALE! Acreditem ou não, temos - no Laboratório de ABC/APE, ao lado de caros e amplos "Proto-Boards", mais de uma "mesa" improvisada, como as descritas nos TRUQUES & DICAS (presente e de ABC nº 9), plenamente operacionais e constantemente utilizados...!

●●●●●

ARQUIVO TÉCNICO

MAIS DETALHES SOBRE A UTILIZAÇÃO PRÁTICA DO MULTÍMETRO COMO OHMÍMETRO - A TENSÃO E A POLARIDADE PRESENTES NAS PONTAS DE PROVA DO INSTRUMENTO - OS CUIDADOS COM TAIS CARACTERÍSTICAS E COMO "APROVEITÁ-LAS" EM TESTES SUPER-VÁLIDOS NO DIA-A-DIA DA ELETRÔNICA!

Nas "Aulas" imediatamente anteriores do ABC, vimos um "monte" de importantes detalhes Teóricos e Práticos sobre a utilização dos MEDIDORES, enfatizando (pela sua importância) a mensuração de Tensão e Corrente... Falamos também sobre a utilização do medidor de Resistência (OHMÍMETRO) e **como** o dito instrumento é construído "eletricamente", suas "diferenças" com relação ao VOLTÍMETRO e ao AMPERÍMETRO, etc.

Numa primeira impressão, deve ter parecido ao Leitor/"Aluno" que praticamente **toda** a importância das Medições reside na tomada dos valores de Tensão e Corrente, ficando as avaliações quanto à Resistência apenas por conta da verificação do "estado" ou "valor real" de... Resistores! Na verdade, **não é assim**! Um OHMÍMETRO (ou um MULTÍMETRO chaveado para a função de OHMÍMETRO...) é - provavelmente - o mais versátil de todos os instrumentos à disposição de quem lida com Eletrônica! Vamos - inicialmente - recordar alguns pontos fundamentais e, a partir disso, analisar importantes aspectos da utilização prática do OHMÍMETRO...

Um instrumento que mede CORRENTE (amperímetro, miliamperímetro, microamperímetro, etc.) avalia e **quantifica** a energia que "transita" por determinado ponto, condutor ou componente. Mede, portanto, a QUANTIDADE de elétrons que "passa" entre os pontos aos quais aplicamos as pontas de prova... Um medidor de TENSÃO (voltímetro, milivoltímetro, etc.) nos indica, numericamente, a "pressão" ou a "força" com que os elétrons (que "carregam" ou "portam" a CORRENTE...) se manifestam no ponto avaliado (ou melhor: **entre** os pontos avaliados, já que TENSÃO é um **diferencial** e não uma grandeza puramente "quantitativa", como a CORRENTE...). Finalmente, um medidor de RESISTÊNCIA nos apresenta, através de um valor numérico, o "quanto" de "dificultação" à livre passagem da CORRENTE um componente, condutor, circuito, etc., é capaz de exercer...

Não é difícil, então, intuir que a medição da RESISTÊNCIA é **independente** (pelo menos na sua quantificação pura e simples...) das outras grandezas elétricas (Tensão e Corrente), mesmo porque a RESISTÊNCIA pode ser interpretada como um "fator externo", com relação à pura energia elétrica que se manifesta num sistema! Vamos a uma "velha" analogia, mas que serve perfeitamente para ajudar ao Leitor/"Aluno" na compreensão desses fatos:

Podemos comparar a CORRENTE com a "**quantidade** de água que percorre um cano", a TENSÃO com a "**pressão** exercida pela água em certo ponto ou pedaço desse cano" e a RESISTÊNCIA como a "**dificultação** que o próprio cano opõe ao fluxo da água, função - por exemplo - do diâmetro desse condutor"... Assim, se precisarmos modificar a **quantidade** ou a **pressão** da água, em determinado ponto de um sistema hidráulico qualquer (a instalação de água da sua casa - por exemplo...), o método mais prático é - justamente - alterarmos o DIÂMETRO (e comprimento...) dos canos, no tal ponto ou setor de instalação! Notem que **também** poderíamos promover modificações nas grandezas pretendidas, aumentando/diminuindo o tamanho ou capacidade da caixa d'água (na nossa analogia, seriam as baterias ou pilhas) ou elevando/abaixando a posição original da dita caixa (aumentando ou diminuindo a pressão do sistema - na nossa analogia, "mexendo" com a Tensão...). Esses dois tipos de providência, contudo, seriam forçosamente de implementação bem mais complicada e cara, já que envolveriam modificações estruturais na casa... Todos hão de concordar que (dentro da analogia...) é muito mais fácil, simplesmente, "mexer" com o diâmetro/comprimento dos canos!

Num circuito elétrico /eletrônico, "coisa semelhante" acontece: é muito mais fácil parametrar com precisão a Tensão e/ou a Corrente, em determinado ponto, "trajeto", componente, etc., simplesmente "mexendo" nos valores puramente resistivos! A rigorosa interdependência das três grandezas elétricas fundamentais nos "diz" que calculando precisamente os valores das RESISTÊNCIAS, podemos estabelecer, "a la carte", valores requeridos de TENSÃO e/ou CORRENTE, de acordo com as necessidades e limites de componentes, circuitos, arranjos e funções!

Observem, entretanto, o seguinte: enquanto as medições de TENSÃO e CORRENTE são condições ATIVAS (realizadas com o circuito obrigatoriamente **energizado...**), avaliações da RESISTÊNCIA são PASSIVAS (já que se referem a características intrínsecas ao componente, condutor, "pedaço" do circuito, etc., e não às energias a ele aplicadas...). Por tais razões, SEMPRE que formos efetuar medições de RESISTÊNCIA, seja sobre um mero componente, seja sobre todo um bloco ou arranjo

circuital, este deve estar DESLIGADO, caso contrário, uma (ou ambas...) de duas coisas podem acontecer: a medição se mostrará com grande "erro" e poderão ocorrer danos ao próprio OHMÍMETRO! O ideal, inclusive (e falaremos com mais detalhes sobre isso, em futuras "Lições"...) é que o próprio componente, bloco ou arranjo sob medição seja, prévia e momentaneamente, "desligado", "destacado", até das demais peças que formam o circuito total... Isso evitará que os valores puramente ôhmicos dessas demais peças possa influir no resultado numérico da medição que estivermos efetuando...!

Mais um ponto **importante**: devido à sua especial configuração interna (detalhes à frente...), um OHMÍMETRO também pode (e com grande praticidade/utilidade) ser usado como simples e eficiente PROVADOR DE CONTINUIDADE/POLARIDADE! Com isso, na verdade, podemos utilizar o instrumento como um TESTADOR "individual" de componentes, os mais diversos, avaliando com bastante precisão - para fins práticos, o seu "estado" ou condições "nominais"! Vejamos:

- **FIG. 1** - Recordando, um OHMÍMETRO é um instrumento de medição "diferente" (com relação ao AMPERÍMETRO e ao VOLTÍMETRO...) por uma razão básica: para medir, ele "fornece" Tensão e Corrente ao componente, condutor, seção de circuito, etc., sob avaliação, através das suas pontas de prova! Conforme já vimos nas "Aulas" anteriores, o OHMÍMETRO analógico básico é formado, além do galvanômetro, de pelo menos um resistor fixo, limitador (R), um potenciômetro de "ajuste de zero" (P) e, forçosamente, de uma mini-fonte interna de energia, a bateria (B) ou pilhas... É importante notar que nos MULTÍMETROS analógicos, pela própria disposição e chaveamentos internos realizados para as várias funções, ocorre um fenômeno um tanto "chato" (e que costuma "embananar" a cabeça dos principiantes): a POLARIDADE das pontas de prova, quando na função OHMÍMETRO, fica INVERTIDA (com relação à polaridade "normal", assumida pelo instrumento nas funções de medir Corrente e/ou Tensão...)! Notem, então (e lembrem-se disso SEMPRE...) que o "velho" e universal código de atribuir a cor VERMELHA para a ponta de prova POSITIVA e a cor PRETA para a ponta NEGATIVA, deve - nos multímetros analógicos chaveados para ohmímetros - ser interpretado AO CONTRÁRIO! Chato, mas inevitável... Então, na função OHMÍMETRO, a ponta de prova PRETA corresponderá ao POSITIVO e a ponta VERMELHA será o NEGATIVO (ver fig. 1-A). Podemos (pelo menos durante as explicações que vão se seguir...) simplificar isso diagramando o ohmímetro como um simples símbolo de instrumento, sempre com a polaridade dos terminais indicada (o triangulinho vazado corresponde à ponta **vermelha** e o negro à ponta - obviamente - **preta**...), conforme a fig. 1-B. Vamos, agora, ver como podemos "aproveitar" essa presença da Tensão nas pontas de prova de um OHMÍMETRO para uma avaliação funcional básica de muitos dos componentes...

- **FIG. 2** - Avaliando capacitores - Os diagramas 2-A e 2-B mostram a utilização do OHMÍMETRO no teste básico de um capacitor eletrolítico (que é - Vocês se lembram - um componente **polarizado**...). Na posição 2-A, com a polaridade das pontas do OHMÍMETRO invertida com relação à das placas do capacitor, um componente em bom estado deverá apresentar uma RESISTÊNCIA bastante **alta** (já que - teoricamente - as placas de qualquer capacitor devem estar **isoladas** uma da outra...). Se, na configuração 2-A, o OHMÍMETRO indicar uma R **baixa** , muito provavelmente o capacitor eletrolítico CE estará com defeito (enorme "fuga"...). Já na medição 2-B, com a polaridade das pontas de prova coincidindo com a das placas do CE, o OHMÍMETRO, **inicialmente**, deve indicar uma RESISTÊNCIA surpreendentemente **baixa**, que vai, lentamente "subindo" até ficar bastante elevada! Isso **deve** ocorrer num CE em boas condições, e explica-se facilmente: estando o capacitor inicialmente

Fig.1

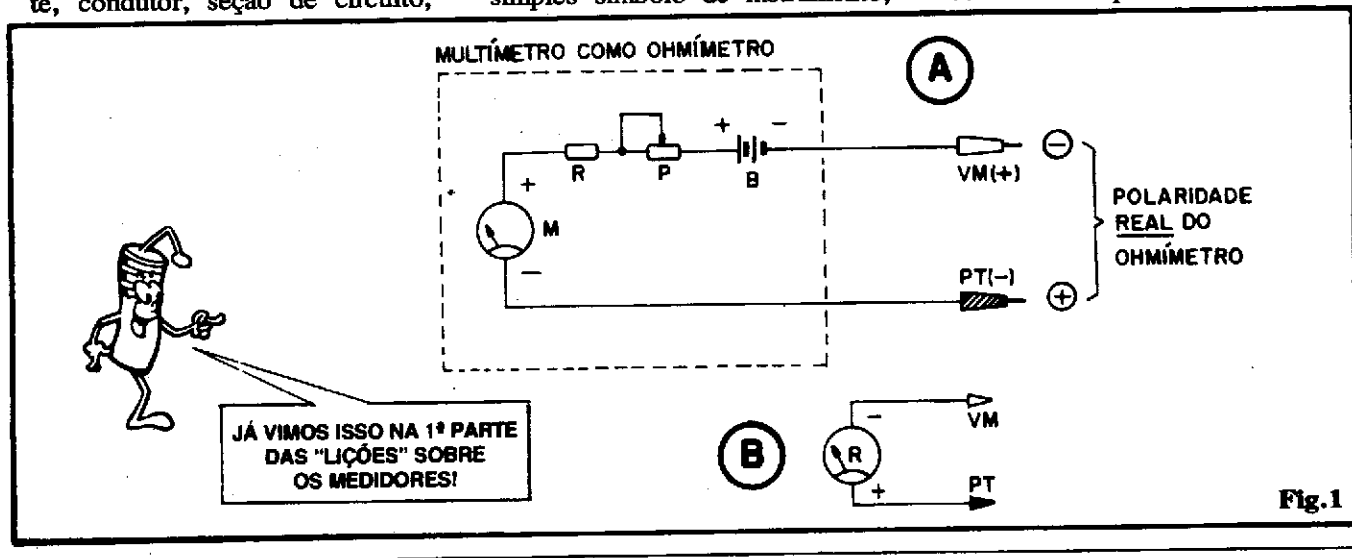
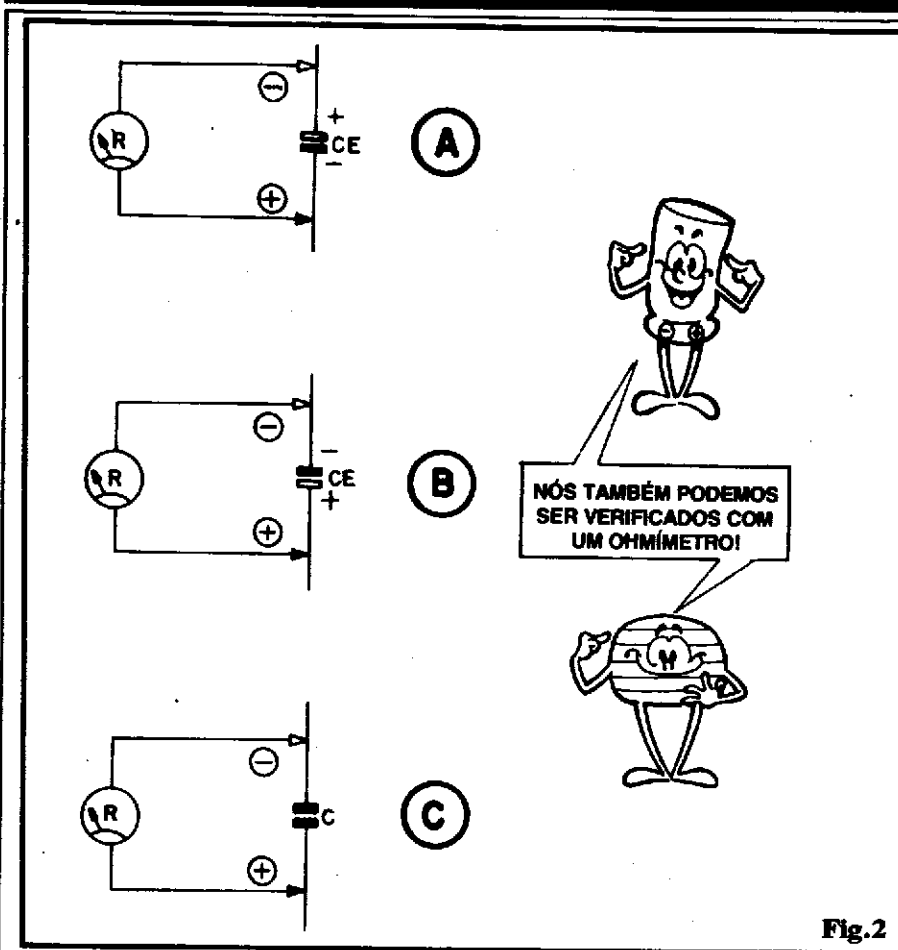



Fig.2

descrregado, ao aplicarmos a ele o OHMÍMETRO (com as polaridades "casando"...), a Tensão presente nas pontas de prova do instrumento promove uma imediata Corrente de **carga** sobre o componente... Essa Corrente será tão mais "substancial" quanto maior for a capacitância de CE... Obviamente que uma Corrente substancial apenas se pode desenvolver através de uma Resistência relativamente baixa, e é tal valor (R baixo) que o OHMÍMETRO então "vê" e indica! Conforme progride a curva de carga (ver o ARQUIVO TÉCNICO da "Aula" anterior - ABC nº 13...) a tal Corrente **diminui**, o que é interpretado pelo OHMÍMETRO como um nítido "crescimento" na Resistência: a indicação do instrumento, portanto, passa a dar um valor **alto**... Notem que a velocidade dessa transição é dependente da capacitância do componente sob avaliação: capacitores de valores bem elevados mostrarão uma curva bem lenta, enquanto que componentes de capacitância relativamente baixa, mostrarão uma transição bem mais rápida... Se as "coisas" ocorrerem assim, é sinal de que o componente está virtualmente BOM, funcional. Já se tal "curva" ou transição **não** ocorrer, muito provavelmente o componente estará inválido... Notem que o fenômeno **também** ocorre nos capacitores não eletrolíticos (fig. 2-C), de valor bastante baixo (tipicamente de 1 ou 2 uF **para baixo...**), porém a velocidade da transição ou curva de Resistência "vista" pelo OHMÍMETRO **será** tão grande que nem o próprio instrumento (pelas suas naturais inércias mecânicas) nem os nossos olhos (pela impossibilidade que nossas retinas têm de ser "impressionadas" por eventos muito rápidos...) conseguirão detetá-la! Assim, um capacitor C, de valor relativamente baixo, deve apresentar (em qualquer polaridade das pontas de prova...) uma R **alta...** Se a R for **baixa**, é sinal de que o componente está inutilizado (em "curto" ou com "fuga" excessiva...).

- FIG. 3 - Testando díodos comuns com o OHMÍMETRO - Queremos, a princípio, lembrar que LEDs, eletricamente falando, não passam de **diodos**, e assim tudo o que aqui for dito valerá **também** para os ditos Diodos Emissores de Luz... Um diodo (ou LED) **bom**, na condição exemplificada em 3-A (inversamente polarizado, com relação às pontas de prova do instrumento) **deve** apresentar um valor resistivo **muito alto** (normalmente indicado como "infinito", num OHMÍMETRO analógico convencional...). Se, na

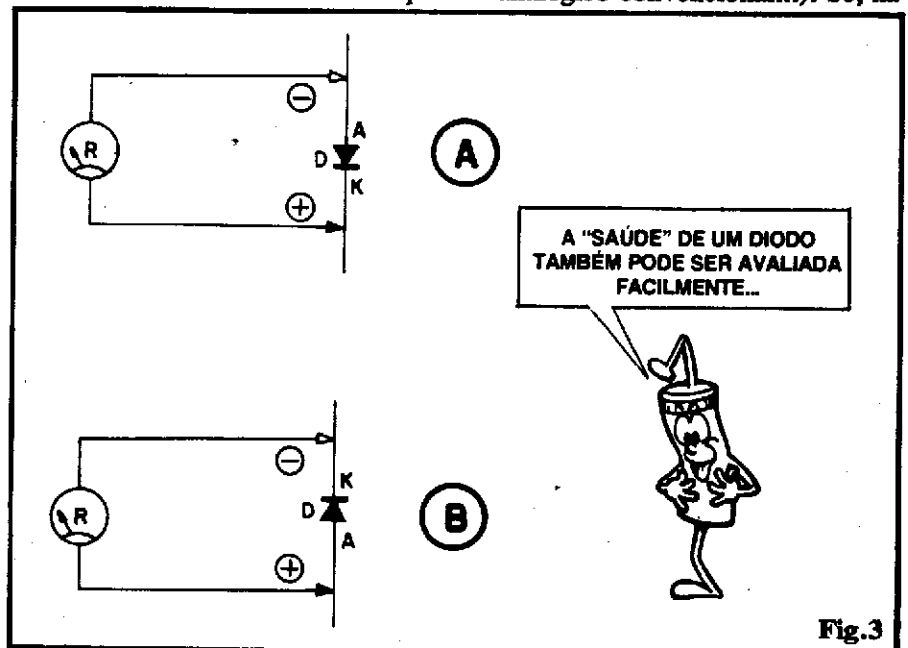



Fig.3

condição de medição 3-A, o OHMÍMETRO indicar uma R **baixa**, o diodo em questão estará "danado" (lixo com ele...). Já na condição/medição diagramada em 3-B (polaridades de pontas de prova e dos terminais do diodo/LED "batendo"...), a indicação do OHMÍMETRO **deve** ser de R **baixa**! Se a indicação corresponder a uma R **alta**, o diodo estará "aberto" (de novo, lixo com ele...).

•••••

Uma interessante constatação: na maioria dos MULTÍMETROS analógicos convencionais, a fonte interna de energia (pilhas ou bateria) apresenta uma Tensão nominal de pelo menos 3V (2 pilhas pequenas, no geral...), valor este suficiente para "vencer" a inerente barreira de potencial dos LEDs. Assim, quando as pontas de prova do instrumento, no sentido **direto** (ponta **positiva** no **anodo** A do diodo, e ponta **negativa** no **catodo** K...), são aplicadas aos terminais de um LED, este normalmente **acenderá** (o que- obviamente - não deve ocorrer com a polarização inversa...). Isto permite, inclusive, um prático teste "visual" do componente, rápido e efetivo!

•••••

- **FIG. 4** - Relembrando os "diodos internos" de um transístor - Conforme vimos nas "Aulas" específicas (ABC nº 6, principalmente...) a estrutura interna de um transístor bipolar NPN (fig. 4-A) pode ser comparada a dois diodos em ligação "oposta", interligados pelos seus **anodos** (ponto que corresponderia ao terminal de **base** do transístor...), enquanto que, num transístor PNP, a situação é invertida, correspondendo a estrutura a dois diodos também "opostos", mas desta feita interligados pelos seus catodos... Se tivermos na mente tais conceitos estruturais básicos quanto aos transístores bipolares comuns, e levando em conta que um OHMÍMETRO pode, pelas Tensões presentes nas suas próprias pontas de prova, **polarizar** os tais "diodos internos" dos transístores, direta ou inversamente, importantes avaliações de "estado" podem ser feitas, conforme sugerem as figuras seguintes! Notem que a sequência de exemplos é dada com respeito a um transístor NPN, porém bastando considerar as naturais inversões de polaridade, tudo o que for dito também valerá para as unidades PNP...

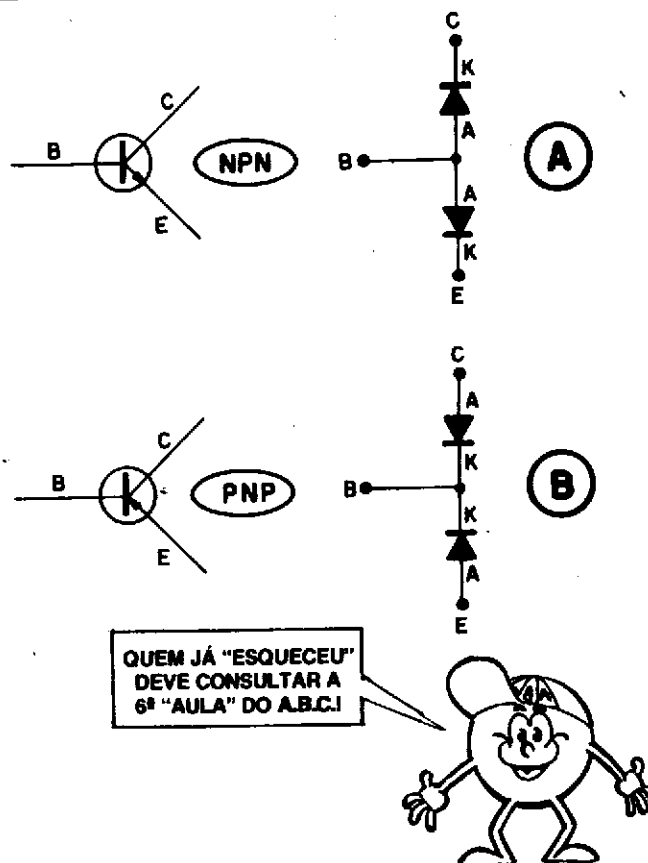



Fig.4

- **FIG. 5-A** - Aplicando-se a ponta **negativa** à **base** de um transístor NPN, e a ponta **positiva** ao seu **emissor**, deve ser obtida uma leitura de R **alta**, num transístor BOM. Se for lida uma R **baixa**, o transístor estará inutilizado, em "curto" **base/emissor**...

- **FIG. 5-B** - Com a ponta **positiva** à **base** do transístor NPN, e a **negativa** ao **emissor**, a leitura no OHMÍMETRO, para um transístor BOM, deverá ser de R **baixa**. Se a indicação for de R **alta**, então o dito transístor estará com o "diodo" **base/emissor** "aberto" (componente inutilizado).

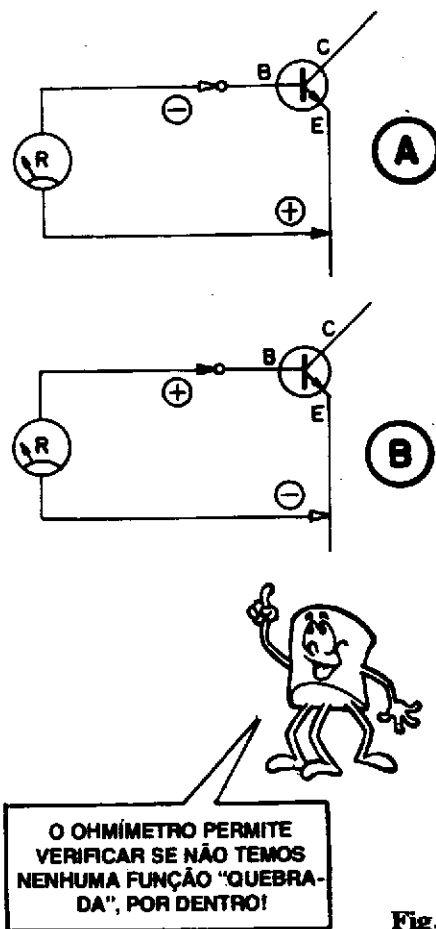



Fig.5

- **FIG. 6-A** - Avaliando, agora, a junção **base/coletor**, aplicamos a ponta **positiva** à dita **base** e a **negativa ao coletor**. A Resistência medida, num transístor BOM, deve ser **baixa**. Se o valor de R for **alto** a junção estará "aberta" (o transístor já "dançou"...).

- **FIG. 6-B** - Aplicando-se a ponta **negativa** à **base** e a **positiva** ao **coletor**, um transístor NPN BOM deve mostrar R **alta**... Se R for **baixa**, a conexão **base/coletor** estará em "curto" (transístor inutilizado...).

- **FIG. 7** - Numa avaliação puramente resistiva das junções entre **coletor** e **emissor** (tanto num transístor PNP, quanto num NPN...), as medições de Resistência, qualquer que seja a polaridade relativa das pontas de prova do instrumento, devem dar resultados **altos** (indicando um transístor aparentemente BOM...). Indicações de R **baixa**, tanto na condição da fig. 7-A quanto na de 7-B, significarão que pelo menos **um** dos "diodos internos" do transístor em questão estará "em curto" (componente "dançado"...).

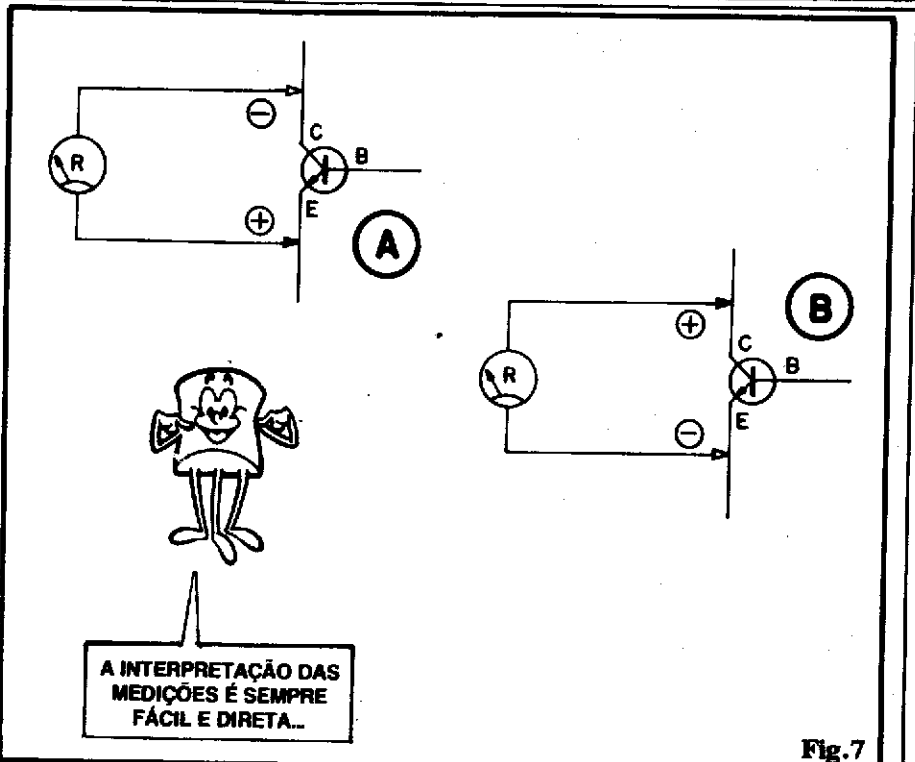
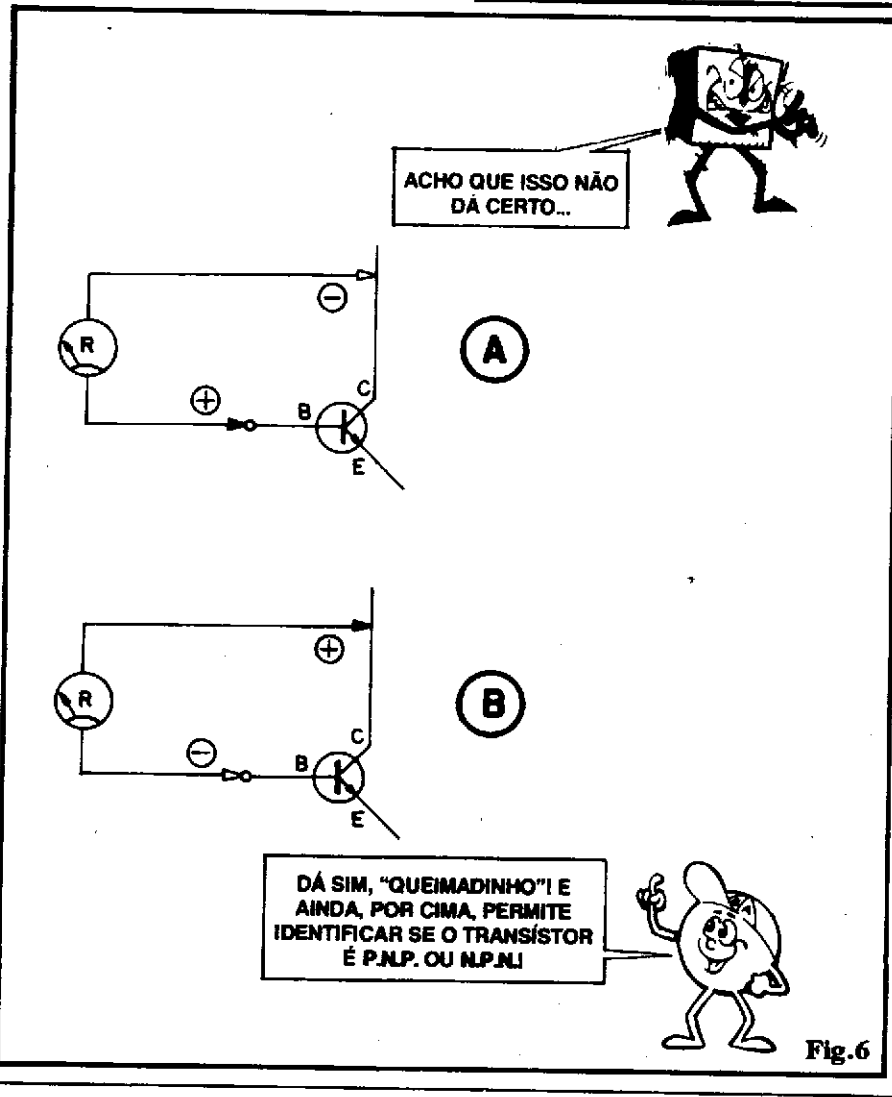



Fig.7

Fig.6

●●●●●

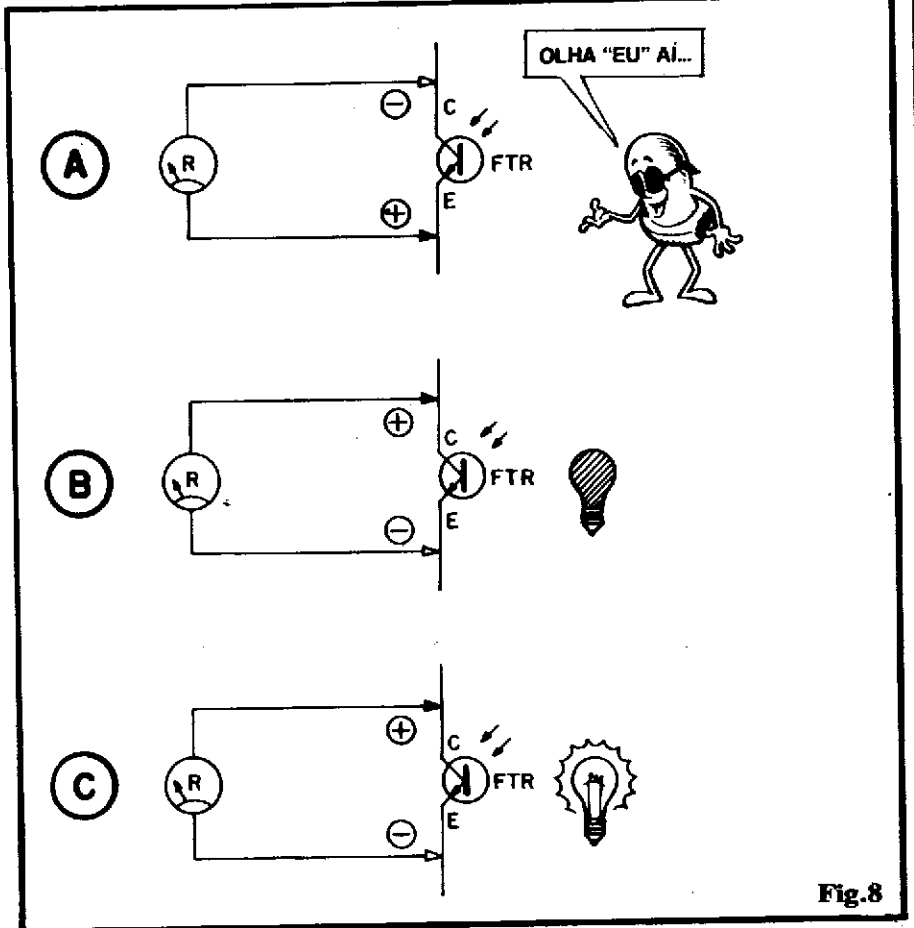
Considerem que, em todas as avaliações de transístores bipolares exemplificadas nas figuras anteriores, os diagnósticos são - embora confiáveis - um tanto "crús", ou seja: na verdade referir-se-ão às condições específicas de cada uma das junções semicondutoras internas do componente, de **per si, e não** obrigatoriamente à condição **total** de funcionamento do componente, enquanto amplificador, etc... Entretanto, a grosso modo, tais testes são bastante confiáveis e práticos e - seguramente - servem para detetar, **sem falhas**, transístores **realmente defeituosos**, ainda que (uma vez considerado "BOM"...) não possamos avaliar o **ganho** e outros fatores/parâmetros de certa importância específica, do componente...

●●●●●

Já deve ter dado para o Leitor/"Aluno" perceber a enorme gama de testes rápidos de componentes que podem ser efetuados com grande praticidade, através de um simples OHMÍMETRO... O presente ARQUIVO TÉCNICO mostra apenas o "embrião da coisa"! O "velho" BOM SENSO, aliado ao necessário e permanente RACIOCÍNIO, mais o conhecimento prévio da estrutura e funcionamento básicos do componente, permitem aplicações semelhantes em praticamente **todas** as peças eletro-eletrônicas... Em alguns casos, até uma análise **dinâmica** ou "ativa" pode ser feita, notadamente nos componentes da importante família opto-eletrônica! Vamos a um exemplo "clássico":

●●●●●

Fig.8

- **FIG. 8** - Através de algumas montagens práticas e experimentais anteriores, o Leitor/"Aluno" já travou conhecimento com o foto-transístor que - em termos simples - não passa de um transístor bipolar comum, porém sem o terminal de **base** (às vêzes esse terminal **está** presente, contudo...) e dotado de uma "janela" por onde a luminosidade externa pode penetrar, agindo a luz como se fosse a própria Corrente de **base**, polarizando tão mais intensamente o transístor quanto mais forte for a tal luz... Considerando todos esses aspectos, e a partir do fato de que as pontas de prova de um OHMÍMETRO podem "fornecer" Tensão, análises dinâmicas muito válidas e precisas podem ser feitas...! Num foto-transístor de polaridade original NPN (como o TIL78, por exemplo...), se aplicarmos a ponta de prova **negativa** ao **coletor** e a **positiva** ao **emissor** (como em 8-A), qualquer que seja a condição de luminosidade atingindo o foto-transístor, uma indicação de R **alta** deve ser obtida, já que o componente estará polarizado de forma nitidamente invertida... Se, na configuração 8-A, for obtida uma indicação de R **muito baixa**, o componente estará, automaticamente "sob suspeita"... Já com as pontas de prova aplicadas sob corretas polaridades (**positiva** ao **coletor** e **negativa** ao **emissor**), a indicação de Resistência deverá ser (num foto-transístor BOM...) **inversamente proporcional** à luminosidade que atinge o componente! Por exemplo: na condição 8-B (no "escuro"), a indicação de R deve ser **alta**... Já na situação 8-C (bem iluminado o foto-transístor...) a R medida deve ser bem mais **baixa**... Observem que quanto maior for o **diferencial** entre a máxima (com o FTR sob fortíssima iluminação, "olhando" o Sol, por exemplo...), podemos considerar que maior também será a **sensibilidade** ou gama de atuação opto-eletrônica do componente! No caso oposto, um FTR que mostrar uma modesta variação de Resistência, entre as situações 8-B e 8-C, será um componente "pouco sensível", e assim por diante...

●●●●●

O Leitor/"Aluno" inteligente e que tira suas próprias conclusões, já deve ter percebido o potencial da utilização do OHMÍMETRO nas análises dinâmicas, ativas e diretas do funcionamento e do "estado" de - por exemplo - TERMÍSTORES, LDRs, etc. É só por os neurônios pra funcionar... Se "pintarem" dúvidas, basta escrever para a Seção de CARTAS! ●●●●●

PRÁTICA 27

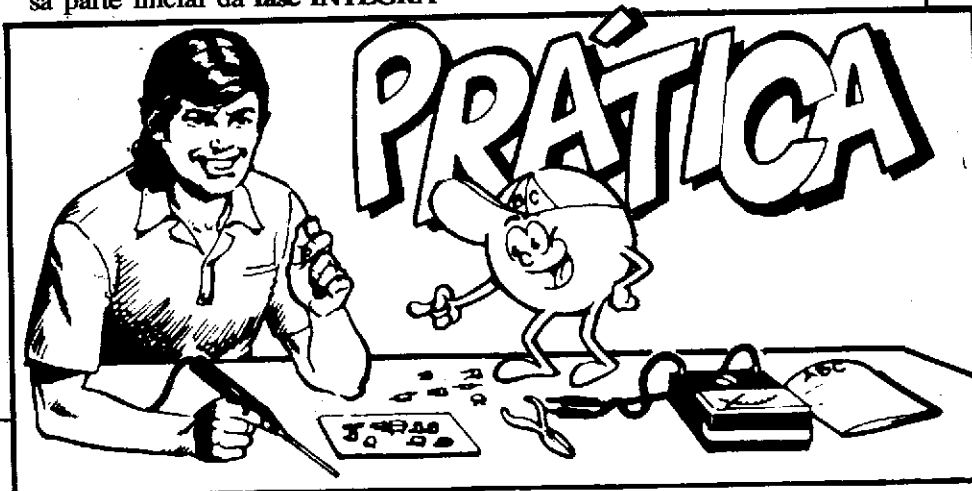
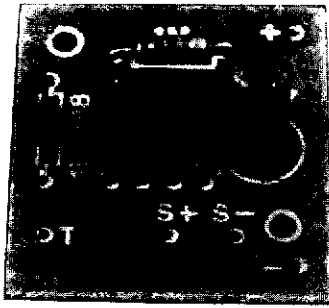
A PRIMEIRA MONTAGEM COM CIRCUITO INTEGRADO, PARA O LEITOR/"ALUNO" COMEÇAR A SUA "FAMILIARIZAÇÃO" COM O FASCINANTE UNIVERSO DA MICRO-ELETRÔNICA! TRATA-SE DE UM SURER-SENSÍVEL DISPOSITIVO CAPAZ DE "PERCEBER" O TOQUE, OU MESMO A SIMPLES APROXIMAÇÃO DA MÃO (OU DE UM DEDO...) DA PESSOA, DISPARANDO IMEDIATAMENTE UM SINAL SONORO FORTE E NÍTIDO, TEMPORIZADO (DURAÇÃO NOMINAL DE 5 SEGUNDOS...), E QUE PERMITE INÚMERAS APLICAÇÕES PRÁTICAS, ADAPTAÇÕES DIVERSAS, ALÉM DE ILUSTRAR COM GRANDE PRECISÃO OS ASPECTOS TEÓRICOS E INFORMATIVOS JÁ "PASSADOS" NO DECORRER DESSA PRIMEIRA "AULA" SOBRE O TEMA! DE MODO A BENEFICIAR INDISTINTAMENTE A TODOS OS LEITORES/"ALUNOS", A MONTAGEM É DESCRITA TANTO NO SISTEMA DE CIRCUITO IMPRESSO ("DEFINITIVA"), QUANTO UTILIZANDO O PRÁTICO SISTEMA DA "MESA DE PROJETOS" (CONSTRUÇÃO DETALHADA NA SEÇÃO "TRUQUES & DICAS"...) QUE POSSIBILITA O TOTAL REAPROVEITAMENTO DOS COMPONENTES (JÁ QUE A EXPERIÊNCIA PODE SER IMPLEMENTADA TOTALMENTE SEM SOLDA...). NENHUM LEITOR/"ALUNO" PODE PERDER ESTA OPORTUNIDADE ÚNICA DE "SER APRESENTADO" AOS INTEGRADOS (QUE, DAQUI PRA FRENTE, IRÃO LENTAMENTE "TOMAR O LUGAR" DOS TRANSÍSTORES E OUTROS "DISCRETOS" NO VETOR DE MAIOR IMPORTÂNCIA DO NOSSO "CURSO"...).

O longo de mais de um ano de "Aulas", seguramente o Leitor/"Aluno" já alcançou o necessário nível de conhecimentos práticos que lhe permitem "virar-se" bem em qualquer montagem, sob qualquer sistema... Até agora, aqui na Seção PRÁTICA, já mostramos diversas técnicas de implementação dos circuitos, seja sobre barras de conetores parafusáveis ("Sindal"), totalmente **em solda**, seja sobre "pontes" de terminais soldáveis, seja em Circuitos Impressos específicos, etc. Todas essas técnicas, guardadas suas especiais características e conveniências (em função da quantidade de componentes na montagem...) permitiam (e permitem...) suprir todas as básicas necessidades "mecânicas e elétricas" da construção "física" dos circuitos, baseados - até então - apenas em componentes "discretos"...

Agora, entretanto, ao penetrarmos no fantástico Universo dos Integrados, o substrato **obrigatório** de toda e qualquer montagem será... o CIRCUITO IMPRESSO! Devido à inevitável densidade, quantidade e "proximidade" das ligações (os Integrados têm **muitas** "pernas", e elas estão **muito juntas** uma das outras...), torna-se impraticável o uso de barras de conetores ou "pontes" de terminais... É certo que nas montagens baseadas em apenas UM Integrado, eventualmente será possível usar como substrato até uma placa "padronizada" de Circuito Impresso (o padrão de ilhas e pistas já vem "pronto", com o usuário perfazendo os "caminhos" não existentes através da aplicação inteligente de **jumpers**...). Entretanto, em benefício da compactação, da "elegância" e de um aspecto mais e mais "profissional" nas montagens (já se passou o primeiro ano, e ninguém mais, aqui, é "calouro"...), estas serão descritas - na sua quase totalidade - sobre **lay outs** específicos de Impresso... Eventualmente, nessa parte inicial da **fase INTEGRADOS**, alguns dos projetos também serão descritos com montagem experimental e "provisória" sobre a MESA DE PROJETOS (descrita no TRUQUES & DICAS da presente "Aula"...).

Outro ponto sobre o qual desejamos chamar a atenção dos Leitores/"Alunos": quem acompanha fielmente o ABC, desde suas primeiras "Aulas", **sabe** que a especial organização do cronograma do nosso "Curso" (sempre enfatizando a PRÁTICA, em conjunto com as noções puramente teóricas...) permite o eventual "atropelo", ou seja, por vezes, a Montagem Prática apresentada aqui nesta Seção, usa componente(s) que ainda não foram estudados, teoricamente, em detalhes... Isso é feito, basicamente, para não se perder tempo, e para permitir alguma dose de "antecipações", na nossa opinião, bastante favoráveis ao aprendizado do "Aluno"... Dessa forma, quando finalmente atingirmos as explicações teóricas a respeito, Vocês já terão "usado" - na prática - o(s) componente(s), verificado "ao vivo" o funcionamento e algumas características básicas, o que funciona como poderoso "desinibidor" frente às crescentes complexidades da matéria (a nível teórico):

Vamos, portanto, à PRIMEIRA montagem PRÁTICA com Integrado, propositalmente desenvolvida a partir de um "bichinho" super-versátil (Integrado 555), com o qual o Leitor/"Aluno" conviverá ao longo de **todo** o nosso "Curso" (que - como sabem Vocês - não tem fim previsto... Vai até onde a Eletrônica for...).

●●●●●

(27ª MONTAGEM PRÁTICA)

ALARME SENSOR INTEGRADO DE TOQUE OU PROXIMIDADE

- **FIG. 1** - Diagrama esquemático do circuito. O "Aluno" aplicado, nessas alturas do "Curso", já terá amplamente as técnicas e "manhas" da leitura e interpretação de "esquemas"... Surge, porém, um novo tipo de representação simbólica, estilizada, que é a referente aos Integrados... Vocês **devem**, desde já, ir se familiarizando com as "normas", mais ou menos "universais", de representação dos Integrados (Digitais, Lineares, Híbridos, etc.), enquanto "blocos circuitais" complexos, aos quais temos acesso via conjunto de pinos ou "pernas" externos... Na grande maioria dos esquemas que embutam Integrados, estes são representados da maneira que **mais simplifique o desenho** (e também da forma que - na opinião do desenhista - possa mais facilmente ser "entendida" por quem observar o diagrama...). Dessa maneira, embora existam "normas gerais", o detalhamento da representação não é "universal", dependendo muito de "onde" o dito Integrado está "metido", e também de "quantos e quais" blocos internos o citado Integrado apresenta, a nível funcional, no circuito em questão! O Leitor/"Aluno" atento, logo verificará (no decorrer das próximas "Aulas"...) - por exemplo - que o **mesmo** Integrado 555 representado no esquema da fig. 1, poderá aparecer (em outras montagens...) com outras "ordens" de pinagem (e isso ocorrerá **sempre** que for conveniente para "descomplicar" o desenho/interpretação do esquema...). Outra coisa que o Leitor logo notará (o diagrama da fig. 1 é um exemplo...) é que os eventuais pinos **não utilizados** na montagem especificamente representada, normalmente **não são indicados** nos esquemas! Embora o Integrado 555 apresente 8 pinos, na fig. 1 apenas 7 deles são "citados" (especificamente o pino 5, como não é utilizado, encontra-se "ignorado" no esquema...). Quanto à função do circuito, em sí, trata-se de um sensível detetor de toque ou mesmo proximidade (pode ser acionado pela simples "aproximação" da mão de uma pessoa!), que dispara um alarme sonoro, temporizado (aproximadamente 5 segundos, com os valores indicados para os componentes...), forte e nítido, admitindo - portanto - inúmeras aplicações práticas, desde em simples demonstrações circuitais, atividades de "Feiras de Ciências", até em utilizações "sérias" as mais diversas. A alimentação situa-se em 6 volts CC (na verdade, qualquer Tensão entre 5 e 15V poderá ser usada!), proveniente de pilhas, sob consumo muito baixo (cerca de 5 mA em **stand by** e talvez o dobro disso durante o acionamento...). O sensor de toque ou proximidade é feito a partir de uma simples placa metálica, medindo no mínimo 5 x 5 cm. (não obrigatoriamente **quadrada**, mas - de preferência - guardando uma área equivalente, qualquer que seja a

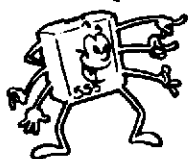
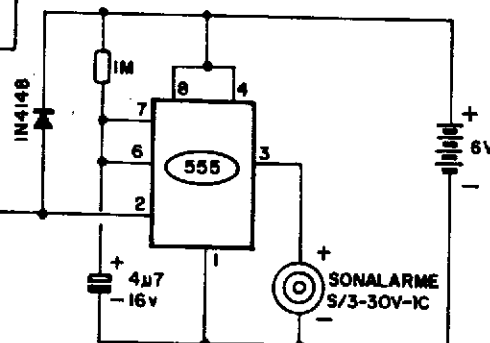
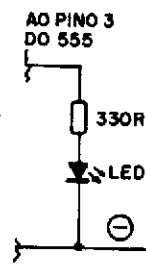



Fig.1

sua forma...). A emissão sonora final fica a cargo de um poderoso (se levado em conta o irrisório consumo de Corrente) **buzzer**-piezo... Notem que, ainda na mesma figura, mostramos uma maneira opcional de se "manifestar" o alarme, desta feita com indicação **visual**, baseada em um simples LED (em série com resistor). Esta alternativa é mais simples e mais barata, útil no caso do Leitor/"Aluno" pretender apenas uma montagem demonstrativa ou experimental (caso da utilização da MESA DE PROJETOS, descrita no final da presente "Lição"). O conjunto LED/resistor, se esta for a opção, simplesmente **substitui** o **buzzer** (S-3/30V-1C), respeitadas as polaridades e identificações de terminais nitidamente indicadas na figura...

- **FIG. 2** - Os componentes principais, polarizados, ou dotados de terminais com "nomes", códigos e/ou funções específicas (e que - portanto - não podem ser ligados "invertidos" ao circuito definitivo...). A principal "novidade" é o próprio Integrado 555, mostrado (assim como todos os outros componentes na figura...) em aparência (perspectiva) e pinagem; esta "contada" com a peça observada diretamente **por cima**. Em seguida vemos o **buzzer** com seus terminais polarizados (se forem na forma de pinos, os sinais "+" e "-" estarão demarcadas; se forem em "rabicho", o fio **vermelho** indicará o **positivo**, e o fio **preto** o **negativo**), o LED e o diodo, com o "nome" e identificação visual dos terminais sempre claramente indicados e - finalmente - o capacitor eletrolítico, em seus dois "modelos" mais comuns (terminais **radiais** ou **axiais**), também com as polaridades já "resolvidas"... Especificamente quanto ao Integrado, e valendo como um aviso de VALOR PERMANENTE, o Leitor/"Aluno" deve considerar que existem **dezenas**, talvez **centenas** de códigos/Integrados **diferentes**, dedicados a

APARÊNCIA	SÍMBOLO PINAGEM
INTEGRADO 555	VISTO POR CIMA — 8 7 6 5 / 555 / 1 2 3 4
BUZZER S-3/30V-1C	+ / -
LED — K, A	A, K
DIODO — A, K	A, K
CAP. ELETROLÍTICO — +, -	+, -

Fig.2

LISTA DE PEÇAS

(27ª MONTAGEM PRÁTICA)

- 1 - Circuito Integrado 555 (ATENÇÃO: dependendo da origem e do fabricante, diversos "sub-códigos", na forma de sufixos ou prefixos à numeração básica, podem "aparecer" inscritos no corpo da peça... Assim, não se "espantem" com marcações como "NE555", "uA555", "LM555", CA555", etc. **Todas** se referem ao **mesmo** Integrado 555...).
- 1 - Diodo 1N4148 ou equivalente
- 1 - **Buzzer** piezo, tipo "Sonalarme" S-3/30V-1C ou equivalente (qualquer outro **buzzer** capaz de trabalhar sob Tensão nominal de 6V, baixa Corrente, servirá...).
- 1 - Resistor 1M x 1/4W (marrom-preto-verde)
- 1 - Capacitor (eletrolítico) 4u7 x 16V (ou tensão maior, até 40V)
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (2,8 x 2,6 cm.).
- 1 - Suporte para 4 pilhas pequenas
- Fio e solda para as ligações

DIVERSOS/OPCIONAIS

- 1 - Caixa para obrigar o circuito. Este item dependerá **muito** do tipo de aplicação, adaptação ou utilização pretendidas (em alguns casos, não será necessário um **container** específico para o circuito...), ficando por conta do Leitor/"Aluno" e do seu bom senso, a escolha, as dimensões, etc.
- 1 - Plaquinha metálica pra funcionar como superfície sensora de toque ou proximidade. Praticamente qualquer metal (alumínio, cobre, ferro, aço, latão, etc.) servirá, desde que as dimensões mínimas situem-se em torno de 5 x 5cm. (ou equivalente área, se a forma não for quadrada...).

OPÇÃO MAIS BARATA, PARA INDICAÇÃO "VISUAL"

- **1 - LED, qualquer forma, tamanho ou cor.**
- 1 - Resistor 330R x 1/4W (laranja-laranja-marrom)
- **ATENÇÃO**: adotada esta opção, o **buzzer** originalmente relacionado na LISTA DE PEÇAS **não mais será utilizado**, já que o conjunto LED/resistor o substituirá na função indicadora do alarme...

funções as mais diversas e específicas, com encapsulamento DIL de 8 pinos, sendo o 555 apenas **um** deles! Assim, **cuidado** para não confundir as coisas... É necessário "ler", nas "costas" da peça, o seu código identificatório, confirmando-o com os dados fornecidos a seguir, na LISTA DE PEÇAS...

- FIG. 3 - **Lay out** do Circuito Impresso específico. Observem, desde já (traçando um paralelo entre a relativa complexidade da função circuital e o seu **tamanho** real...) como um Integrado contribui fortemente para **compactar** uma montagem final! Aliás, é essa a idéia básica, a razão de ser dos Integrados (aliada à uma inerente redução no consumo energético...) em contrapartida aos circuitos baseados em componentes "discretos"! Agora, tem uma coisa: a presença do Integrado implica em conjuntos de ilhas muito próximas uma das outras (as relativas às próprias "perninhas" do dito cujo...), o que aumenta o "risco" relativo de se promover indevidamente "curtos" ou corrimentos de solda, durante a montagem, ou mesmo de se obter contatos indevidos durante a própria confecção da plaquinha! O **lay out** "espremido" **exige** um nível de cuidado MAIOR no preparo, desenho, corrosão, furação e limpesa da placa (com relação às montagens mais "folgadas", baseadas apenas em componentes "discretos"...). De qualquer maneira, esse é o "preço" que devemos pagar: um lado cobreado (ainda que pequeno...) mais denso e "apertadinho", em troca de um lado **não cobreado** quase "limpo", com reduzido número de peças (veremos na próxima figura...), características que o Leitor/"Aluno" notará cada vez mais, daqui pra frente, nas montagens (graças aos Integrados...).

- FIG. 4 - "Chapeado" da montagem, com a plaquinha agora vista pelo lado **não cobreado**, todas as (poucas) peças principais já devidamente posicionadas. Dos quatro componentes, apenas o resistor pode ser "despreocupadamente" inserido, uma vez que não apresenta polarização ou especificidade nos seus terminais! A pinagem do Integrado 555 é referenciada pela posição relativa da marquinha em uma das suas extremidades (aquela que fica voltada para a posição ocupada pelo diodo 1N4148...), conforme o Leitor/"Aluno" poderá verificar re-consultando a Seção TRUQUES & DICAS da presente 14ª "Aula" do ABC... O diodo citado tem sua posição referenciada pelo anel indicador de **catodo**, enquanto que o capacitor eletrolítico tem a polaridade dos seus terminais nitidamente demarcada no "chapeado"... Os furos/ilhas "periféricos", referem-se às conexões externas, e estão assim codificados: "+" e "-" para a entrada da alimentação (pilhas), "S+" e "S-" para as ligações (polarizadas) do **buzzer**, e "T" para a placa sensora de toque/proximidade. Vejam a fig. 5...

- FIG. 5 - Ligações externas à placa. O Circuito Impresso, na figura, continua visto pela face não cobreada, apenas que agora (como isso não interessa, para a alimentação...) os componentes não mais são estilizados, de modo a "limpar" a visualização... Atenção às polaridades da alimentação (pilhas), referenciada pelas **cores** dos cabinhos originais do suporte, bem como do **buzzer** (o circuito não funcionará se qualquer desses "periféricos" for ligado invertido...). A ligação à placa sensora não deve ser muito

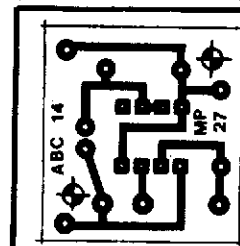



Fig.3

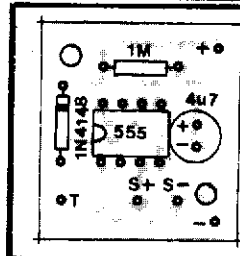



Fig.4

longa (o ideal é que não ultrapasse uns 10 cm - quanto menos, melhor...), já que um "encompridamento" nesse fio poderá gerar hiper-sensibilidade e instabilidade no funcionamento do circuito.

- FIG. 6 - Modificações nas ligações externas à placa, para a indicação visual optativa. Quem pretender economizar um pouco, substituindo o **buzzer** original (indicação sonora) pelo conjunto LED/resistor (indicação visual), deverá guiar-se pela modificação mostrada na figura... Observem que as demais conexões (à placa sensora e às pilhas) continuam absolutamente **iguais** às mostradas na figura 5... ATENÇÃO à identificação dos terminais do LED, em função da polaridade dos contatos de ligação codificados na

Fig.5

Fig.6

placa...

●●●●●

Tudo montadinho e ligadinho, o Leitor/"Aluno" deve conferir com a máxima atenção todas as posições, valores, condições dos pontos de solda, ausência de "curtos" ou "corrimentos" (notadamente entre as ultra-próximas "ilhas" correspondentes aos pinos do Integrado...) no lado cobreado... Isso feito, as pilhas podem ser colocadas no suporte. Logo de início o alarme deve soar por aproximadamente 5 segundos (ou o LED indicador deve acender por equivalente período...), ao fim do que "emudecerá", entrando automaticamente em regime de "plantão"...

Nos testes iniciais, o circuito deve estar sobre uma superfície isolante (madeira ou plástico), assumindo o posicionamento aproximado que a própria fig. 5 mostra. Isso estabelecido, o Leitor/"Aluno" pode verificar a sensibilidade e o funcionamento, encostando um dedo na plaquinha metálica sensora, com o que o alarme deve disparar, assumindo sempre a temporização aproximada de 5 segundos... O Leitor/"Aluno" verificará também que sob determinadas circunstâncias, não será necessário o toque "físico" da mão sobre a placa sensora: bastará aproximar a palma da mão da dita placa que, sob um distanciamento de alguns centímetros, o circuito "perceberá" a aproximação, disparando o alarme!

Interessantes e elucidativas experiências poderão ser feitas nessa fase de testes e verificações... Se, por exemplo, a plaquinha sensora for fixada a um vidro de janela, encostando-se a mão ao vidro, pelo **outro lado** (eletricamente isolado da placa sensora, portanto...), o alarme disparará...!

Já dá pra "ir sentindo" as enormes possibilidades aplicativas do circuito, não é...? Em qualquer instalação, adaptação ou experiência, contudo, é bom levar em conta os seguintes fatos:

- Uma cabagem **muito longa** entre o Impresso e a placa sensora instabilizará o circuito, tornando-o hiper-sensível (eventualmente o alarme "ficará disparado", continuamente, não "respeitando" a temporização estabelecida...
- Uma placa sensora muito pequena, aliada a uma cabagem muito curta - por outro lado - tornará o circuito pouco sensível (eventualmente essa característica **pode** ser "desejável", dependendo da aplicação/instalação...).
- Placa sensora **grande demais** (mesmo com cabagem curta à placa do Impresso...) também pode hiper-sensibilizar o circuito, mantendo o alarme disparado indefi-

Fig.7

nidamente...

- Na maioria dos casos, também o **próprio cabinho** isolado que interliga o Impresso à placa sensora, **agirá como sensor**: se Você "pegar nele", o alarme disparará...

●●●●●

- **FIG. 7 - O circuito, como funciona (Antecipação Teórica)** - No já estabelecido sistema de diagramar o circuito em blocos funcionais simplificados (quem acompanha a Seção PRÁTICA, já está acostumado...), vamos analisar tecnicamente o funcionamento do arranjo, aproveitando para fazer uma pequena "antecipação" das amplas possibilidades do versátil Integrado 555 (que merecerá, num futuro próximo, uma "Aula" **só pra ele**...!). O 555 é, basicamente, um bloco (formado internamente por uma "pá" de transístores...) inventado para trabalhar como temporizador de precisão, cujo disparo se dá pelo pino 2 ("gatilho"), pela momentânea "negativação" ou "abaixamento" da Tensão aplicada a tal controle (que deve, em "espera", permanecer "positivado"...). A saída do Integrado temporizador é recolhida no seu pino 3, que, normalmente (em **stand by**) mostra nível de Tensão baixo (próximo a "zero volt" ou sob o potencial do **negativo** da alimentação...), mas, quando "disparado", **durante** o tempo "T" fica "alto", mostrando **praticamente** o nível de Tensão do **positivo** da alimentação (no caso, 6V...). Em sua forma mais simples (como veremos no futuro, o 555 permite "um monte" de arranjos práticos funcionais, e **não só** como simples temporizador...), a determinação do período da temporização é feita por apenas um Resistor (RT) e um Capacitor (CT) externos, ligados aos pinos 6-7 do Integrado (respectivamente indo ao **positivo** e ao **negativo** das linhas de alimentação). No nosso caso, os valores de 1M e 4u7 determinam, com sua Constante de Tempo e mais a "curva" de funcionamento "interna" do próprio Integrado, um período "T" de aproximadamente 5 segundos...

Quem quiser - inclusive - modificar esse Tempo, poderá fazê-lo facilmente, alterando o valor original do capacitor (CT), à razão aproximada de **1 segundo por microfarad** (10u dão cerca de 10 segundos, e assim por diante...). Quanto ao "aproveitamento" da saída do Integrado, observem que as duas possibilidades (já indicadas nas figs. 1-5-6...) estão diagramadas: tanto podemos usar o **buzzer** quanto o conjunto LED/resistor (em ambos os casos respeitando as polaridades...). A saída do 555 tem uma capacidade considerável de fornecimento de Corrente (alta, para Integrados...), aproximadamente 200mA, mais do que suficientes para prover as baixas necessidades de qualquer dos dispositivos de indicação propostos na presente montagem... Notem que, estando o pino 3 "baixo" ("zero" volt), nem **buzzer**, nem LED podem se "manifestar"... Já quando o tal pino de saída mostrar-se "alto" (6V, aproximadamente...), tanto o **buzzer** quanto o LED farão, nitidamente, suas indicações sonoras ou visuais... Analisemos, agora, o "disparo do gatilho": foi dito que o pino 2 recebe a "ordem" para iniciar a temporização, na forma de uma momentânea "negativação" ou "abaixamento" da Tensão... Temos, então, que manter o dito "gatilho", na "espera", positivamente polarizado... A questão é que quanto mais "tênue" for essa pré-polarização de **stand by, mais sensível** ficará o "gatilho"... No intuito de colocar, então, a sensibilidade no seu máximo, adotamos o uso do diodo D (1N4148) na função de "resistor de valor **muito** alto", uma vez que, **inversamente polarizado** (como se encontra no arranjo), a "Resistência" oposta pelo tal diodo atinge alguns "quaquilhões" de Megohms! Dessa forma, o pino 2 do 555 fica tão "poucamente" positivado, que qualquer "caquinho" de negativação é capaz de disparar o "gatilho"...! Agora, **como ocorre** (e por que ocorre...) essa "negativação", quando o operador "põe o dedo" na placa sensora...? É simples: o corpo humano é um condutor elétrico razoavelmente bom (somos "feitos" quase que totalmente de água - boa condutora na presença de sais em solução, "coisa" que nossos tecidos orgânicos também têm, de sobra...). Quando tocamos a placa sensora, estabelecemos entre ela e a "terra" (ponto de potencial "neutro" ou "zero", eletricamente correspondente à linha do **negativo** da alimentação do circuito...) uma Resistência "Humana" (RH), seguramente de valor **muito menor** do que os "porrilhões" de Megohms representados por RA (o "Resistor Alto" feito com o diodo "ao contrário"...). Essa desproporcional divisão de Tensão, faz com que a "voltagem" no pino 2 vá "lá pra baixo", fato este que - como já sabemos - causa o disparo do "gatilho"... ! Até aí, nos parece que o Leitor/"Aluno" não encontrará grandes dificuldades em compreender o "mecanismo" do disparo... Agora, e quanto ao disparo por simples **aproximação** da mão... Como ele se dá...?

- **FIG. 8** - Explicando o disparo por proximidade... Conforme aprendemos nas diversas "Aulas", "Lições" e "Dicas" sobre os Capacitores, estes são "permeáveis" à Corrente Alternada, ou mesmo a um breve pulso de Tensão, permitindo a momentânea passagem da Corrente **enquanto** decorre a carga ou a descarga do componente... Lembrando, então, que o corpo humano é condutor, considerem que nós, dentro de uma casa ou edificação comercial/industrial, ou mesmo nas ruas de uma cidade, estamos submetidos a um constante "campo" eletromagnético, emitido pela fiação de C.A. presente dentro das paredes ou no alto dos postes... Tal campo induz "na gente" (assim como o faz no secundário de um transformador - ver os EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE, na 4ª "Aula" do ABC...) Tensões alternadas, no mesmo rítmo de 60 ciclos por segundo pelo qual a C.A. se manifesta na cabagem residencial, comercial, industrial ou de distribuição (fiação dos postes, nas

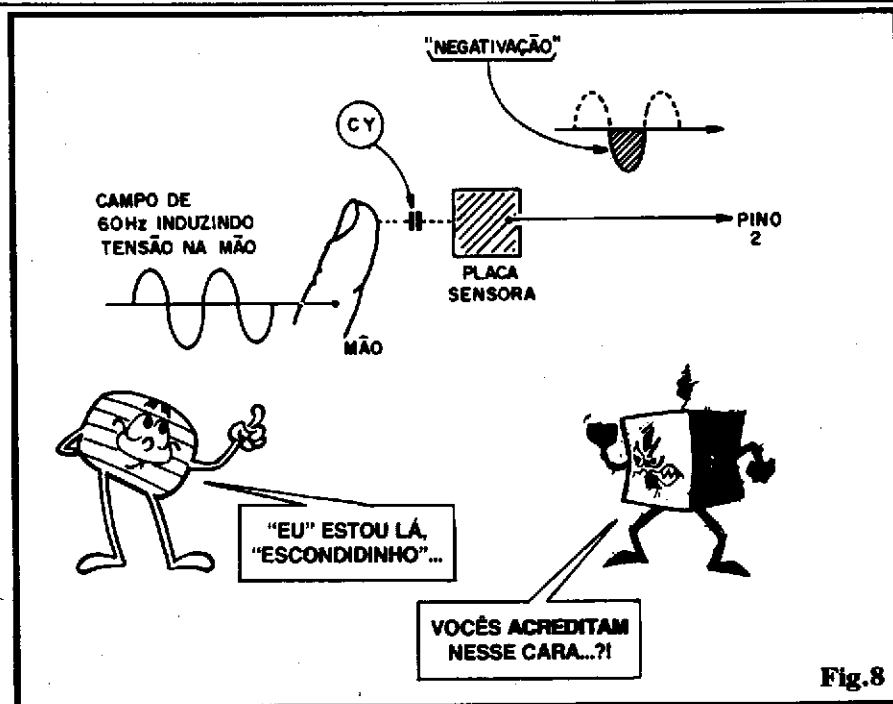



Fig.8

ruas...). Isso posto, somos uma verdadeira "mini-fonte" de Tensão alternada, sob baixíssimo nível de Corrente, porém **real**, desde que estejamos submetidos ao citado campo eletromagnético (só **não estamos** se nos "escondermos" dele, numa região bem afastada da fiação C.A., como na praia, ou em campo aberto, longe de casas, indústrias, postes, etc.). Quando, então, aproximamos a mão da placa sensora do circuito, a mão e a placa estabelecem um **capacitor virtual** (CV), já que ambas (mão e placa) são condutoras, enquanto que o ar entre elas é um bom isolante (dielétrico do CY...). Esse **capacitor virtual**, como qualquer outro, permeável à C.A., permite que a placa e o circuito a ela ligado, recebam a C.A. induzida no nosso corpo... Como a C.A. é "feita" de semi-ciclos positivos **e negativos**, no "primeiro" **semi-ciclo negativo** apresentado à dita placa, esta, enviando-o ao pino 2 do 555, ocasiona o "disparo" do temporizador! Como o pino de "disparo" não reage ao pulso **positivo**, no máximo em 2/60 de segundo (supondo que aproximamos a mão **exatamente** no momento em que está se iniciando a "subida" de um semi-ciclo **positivo...**) o circuito "sentirá" a devida "negativação", acionando o alarme! É certo que o nível de Potência desse sinal de disparo é baixíssimo, porém isso é compensado pela "exacerbação" da sensibilidade que obtivemos através do "truque" do diodo 1N4148 "ao contrário", na função de "Resistor Muito Alto", mantendo uma super-tênue polarização positiva de "espera" no tal pino de "disparo"... Dessa maneira, quer o corpo/mão/dedo funcione como "Resistor" ou como "Capacitor", de qualquer forma o pino 2 do 555 "sentirá" o necessário (ainda que breve e fraco...) "abaixamento" de Tensão, suficiente para acionar o "gatilho"...!

●●●●●

Pelos dados técnicos expostos, deve ter ficado claro ao Leitor/"Aluno" que o circuito da MP-27 não deverá funcionar em campo aberto, longe de fiação C.A. Mesmo **dentro** de ambientes normalmente submentidos a campo eletromagnético de C.A. (60 Hz), podem haver "ilhas" ou "bolhas", onde tal campo não se manifeste com a suficiente intensidade, caso em que o acionamento por simples proximidade pode não ser possível... Existe, entretanto, uma possibilidade extra: alimentando o circuito com uma mini-fonte ligada diretamente à C.A. (transformador "abaixador", diodos e capacitor...), capaz de fornecer entre 5 e 15V, sob Corrente modesta (desde 100mA, se for "mais", tudo bem...), o circuito mostrará boa sensibilidade em qualquer caso, uma vez que a própria linha de alimentação está "eletro-magneticamente" ligada à C.A., facilitando a "interferência" de campos - no caso - desejada (normalmente "não queremos" tais interferências, mas no circuito da MP-27 ela é fundamental...!).

●●●●●

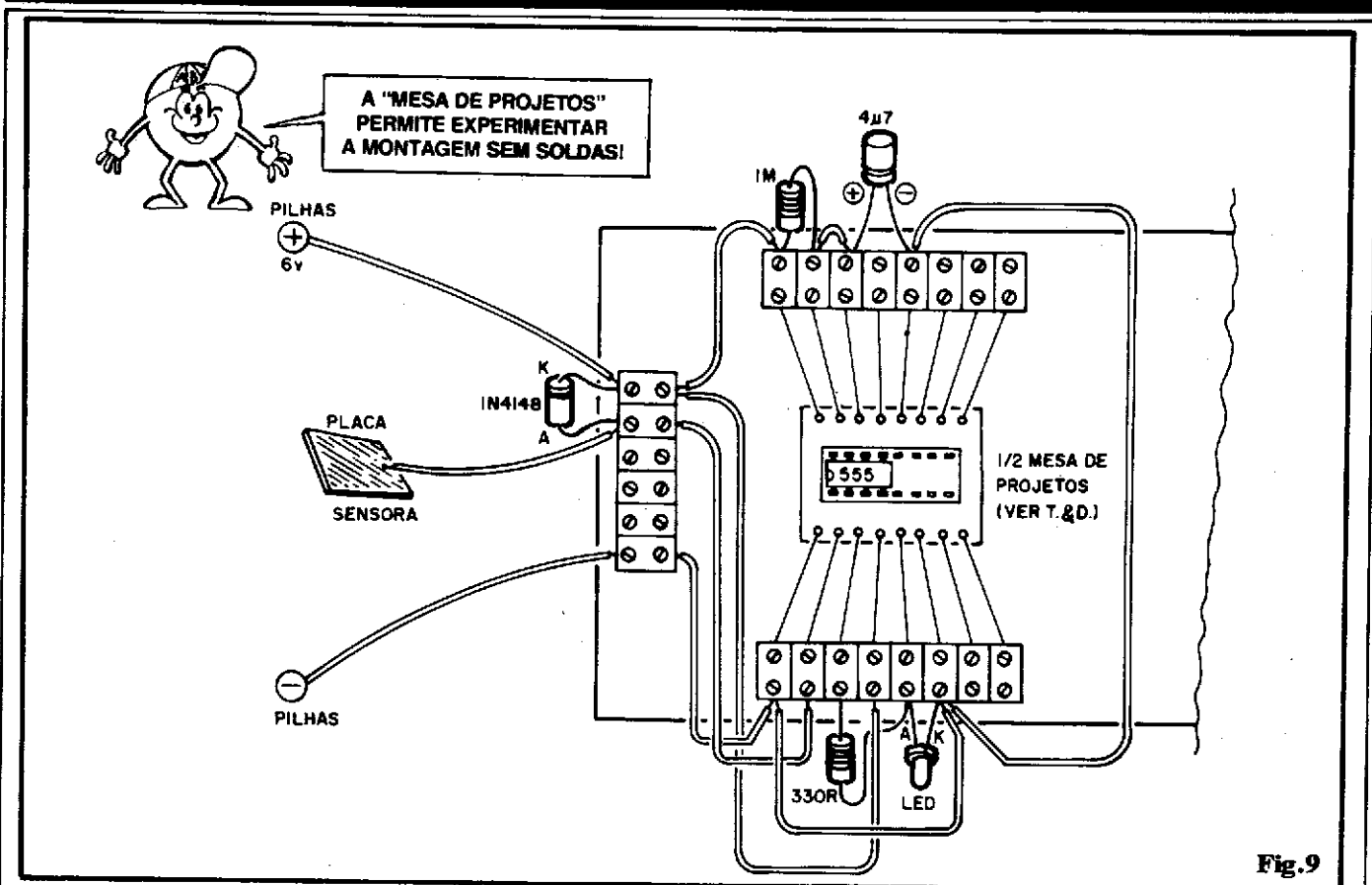
USANDO A "MESA DE PROJETOS"

Quem preferir interpretar a MP-27 como uma primeira experiência com Integrados, poderá valer-se - com óbvias vantagens - da MESA DE PROJETOS PARA MONTAGENS COM INTEGRADOS cuja construção básica vimos no TRUQUES & DICAS da presente 14ª "Aula"... **Uma** das inerentes vantagens é que, como a construção poderá ser então feita sem "nenhuminha" solda, **todas** as peças (inclusive, e principalmente, o próprio Integrado 555...) poderão, futuramente, ser reaproveitadas em **outras** montagens/experiências, com flagrante economia!

●●●●●

- **FIG. 9** - A montagem "sem solda" - Usando apenas a "**metade esquerda**" da MESA DE PROJETOS P/INTEGRADOS, o Leitor/"Aluno", baseando-se no diagrama, montará com grande facilidade, a título experimental, a MP-27. Observem alguns pontos fundamentais, e que servirão também como referência prática para outras montagens, a serem futuramente implementadas sobre a MESA, e valerão como primeiras "manhas" e "malícias" das muitas que o próprio Leitor/"Aluno" irá - seguramente - desenvolver:

- Já que a idéia era "economizar", adotamos a indicação "visual", com o LED/resistor. Nada impede, contudo, que o Leitor/"Alu-

Fig.9

no" realize a montagem "provisória" também com o **buzzer** (a escolha é de cada um...).

- Como os soquetes da MESA têm 16 "receptáculos" para os pinos dos Integrados (8 de cada lado), e o 555 mostra apenas 8 pinos (4 de cada lado), situando o Integrado na extremidade esquerda do respectivo soquete (conforme figura), "sobram" duas linhas livres, de 4 contatos cada, à direita... Assim, os respectivos segmentos das barras de conetores parafusáveis, nas bordas da MESA (os 4 da direita, em cima e em baixo...) também ficam livres para serem utilizados como conexões independentes para fios e/ou componentes (como efetivamente é feito, de acordo com o diagrama...).
- Observar a presença dos diversos **jumpers** (simples pedaços de fio interligando pontos específicos do arranjo), necessários para suprir os percursos elétricos "não fornecidos" naturalmente pela estrutura da própria MESA. Nenhum dos indicados **jumpers** pode ser "esquecido", se não a montagem não funcionará...
- Atenção à polaridade/posição do Integrado (marquinha para a esquerda), do diodo, do LED e do capacitor eletrolítico. Também merece atenção a polaridade da alimentação (na figura não são vistas as pilhas, mas sua conexão é óbvia ao "Aluno" aplicado...).
- A montagem experimental/sem solda permite grande flexibilidade na eventual troca de valores de componentes, "para ver o que acentece" (as "famosas" experimentações...). Num exemplo típico para o circuito, o Leitor/"Aluno" poderá facilmente substituir o capacitor original de 4u7 por eletrolíticos de outros valores, verificando o "alargamento" ou "estreitamento" proporcional da temporização... Também será possível experimentar outros "indicadores" finais (que não o **buzzer** ou o LED), com grande facilidade, desde que tais dispositivos/componentes possam trabalhar sob a Tensão de alimentação usada (nominalmente 6V, mas podendo - conforme já foi dito - extender-se de 5 a 15V...) e a Corrente requerida (máximo 200mA) situe-se dentro dos limites naturais do Integrado. Um relê, por exemplo, pode perfeitamente ser acionado pelo 555...!
- As possibilidades "experimentais" não ficam por aí... Se o diodo 1N4148 (na função de - como sabemos - "Resistor Muito Alto"...) for substituído por um simples resistor, com valor entre 1M e 10M, o circuito poderá ser acionado também por toque em "duplo contato"! No caso, colocando-se o indicador da mão esquerda sobre a placa sensora original, e o indicador da direita num ponto ligado ao **negativo** da alimentação, o circuito "reagirá" imediatamente, acionando o indicador (sonoro ou visual, conforme a escolha...).
- Mais experiências...? Então tá: aproximem objetos eletricamente "carregados" (um pente que foi passado nos cabelos, um pedaço de vidro previamente friccionado num tecido de seda, uma caneta plástica friccionada em flanela, etc.) da placa sensora e vejam o que acontece... Vão por aí...

●●●●●